

Das orthogonale
Elektrokardiogramm nach McFee bei
rechtsventrikulärer Hypertrophie

von

Hans Mair

aus

Oberrasen/Südtirol

1969 No 282

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

Das orthogonale Elektrokardiogramm nach McFee bei rechtsventrikulärer Hypertrophie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

Hans Mair

aus

Oberrasen/Südtirol

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan : Professor Dr. med. A. Kröncke

Referent : Professor Dr. med. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung : 24. 7. 1969

Herrn Professor Dr. med. C. K o r t h
möchte ich für die Übernahme des Referates und
die Möglichkeit, an seiner Klinik arbeiten zu
dürfen, aufrichtig danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv. Doz.
Dr. med. J. A. K ö h l e r für die Überlassung
des Themas, die mir stets zuteil gewordene
Förderung und die Ratschläge bei der Durchführung
dieser Arbeit.

Danken möchte ich auch Herrn Dr. med. E. L a n g
für die Hilfe bei der Auswahl der Patienten.

Fräulein L. E h r e n s b e r g e r sei gedankt
für die Unterstützung bei der Registrierung der
ersten Elektrokardiogramme und Fräulein
G. S c h o m m a r z für die fotografischen
Reproduktionen der Kurven und Tabellen.

Inhaltsverzeichnis :

I.	Zusammenfassung	Seite 1
II.	Einleitende Bemerkungen	3
	Themenstellung	5
III.	Methodik	5
IV.	Untersuchungsergebnisse mit Kurvenbeispielen	
	Gruppe A : Reine rechtsventrikuläre Hypertrophie	15
	Gruppe B : Überwiegende rechtsventrikuläre Hypertrophie mit begleitender linksventrikulärer Hypertrophie	30
	Gruppe C : Überwiegende linksventrikuläre Hypertrophie mit begleitender rechtsventrikulärer Hypertrophie	38
V.	Vergleich des orthogonalen Ekg mit den Ableitungen nach Einthoven, Goldberger und den Brustwandableitungen	44
VI.	Schlußbemerkungen	53
VII.	Tabellen 4 - 8	57
VIII.	Literaturverzeichnis	72

ABKÜRZUNGEN, die in der Arbeit verwendet werden:

- $\hat{A}_{QRS}$: algebraische Fläche des QRS-Komplexes
 $\hat{A}_{ST-T}$: algebraische Fläche von ST und T zusammen
 $\hat{QRS}_J$: QRS-Vektor in der Frontalebene, konstruiert aus den Einthoven'schen Ableitungen I und III
 $\hat{QRS}_F$: QRS-Vektor in der Frontalebene, konstruiert aus den orthogonalen Ableitungen X und Y
 $\hat{QRS}_K$: QRS-Vektor im Raum oder räumlicher QRS-Vektor
 $\hat{ST-T}_J$: ST-Vektor plus T-Vektor in der Frontalebene, konstruiert aus den Flächen von ST und T in den Ableitungen nach Einthoven
 $\hat{ST-T}_F$: ST-Vektor plus T-Vektor in der Frontalebene, konstruiert aus den Abl. X und Y nach McFee
 $\hat{G}_J$: Ventrikelgradient aus den Ableitungen I und III konstruiert
 $\hat{G}_F$: Ventrikelgradient in der Frontalebene, konstruiert aus Ableitung X und Y
 $\hat{G}_K$: Ventrikelgradient im Raum oder räumlicher Ventrikelgradient. Er wird aus den algebraischen Flächen von QRS-ST-T der drei Abl. X, Y und Z nach folgender Formel berechnet:

$$\hat{G}_K = \sqrt{\hat{A}_{QRS-ST-T}_X^2 + \hat{A}_{QRS-ST-T}_Y^2 + \hat{A}_{QRS-ST-T}_Z^2}$$
 α_J : Winkel der Vektoren in der Frontalebene, konstruiert aus den Abl. I und III nach Einthoven
 α_F : Winkel der Vektoren in der Frontalebene, konstruiert aus den Abl. X und Y nach McFee
 β : Winkel des räumlichen Vektors in der Horizontalebene, konstruiert aus den orthogonalen Ableitungen X und Z
 γ : Winkel des räumlichen Vektors in der Sagittalebene, konstruiert aus den orthogonalen Ableitungen Y und Z
RVH : Rechtsventrikuläre Hypertrophie des Herzens
LVH : Linksventrikuläre Hypertrophie des Herzens
s : Standardabweichung
 $\bar{x}$: Mittelwert
GNB : Größte Negativitätsbewegung (gleichbedeutend: Intrinsic deflection, oberer Umschlagpunkt)

I. Zusammenfassung :

Für diese Arbeit wurden von 60 Patienten mit Rechtsherzbelastung 38 ausgewählt, in deren Ekg deutliche Zeichen einer rechtsventrikulären Hypertrophie festzustellen waren.

Neben den 12 Standardableitungen wurden die drei orthogonalen Ableitungen nach den Angaben von M c F e e geschrieben.

Die Patienten wurden nach dem Grad der rechtsventrikulären Hypertrophie (RVH) geordnet. Nach der Beschreibung der Kurven verglichen wir die orthogonalen Ableitungen mit den Standardableitungen.

Es fiel auf, daß die Kurven der Ableitung X häufig denen der Ableitungen V_5 und V_6 sowie jenen von I glichen; letztere wiesen allerdings durchweg kleinere Amplituden auf. Die der vertikalen Ableitung (Y) gingen mit denen der Ableitungen aVF, II und III konform; in der sagittalen Achse (Z) wurden zumeist Kurven registriert, die denen in V_1 und V_2 ähnlich oder gleich waren.

In allen drei orthogonalen Ableitungen war R im Durchschnitt höher als S und lag um oder über 1 mV. Das Verhältnis von R zu S nahm in der Ableitung X mit abnehmender Hypertrophie zu, in den Ableitungen Y und Z dagegen stieg die Amplitude von S an, und der Quotient R/S wurde dementsprechend kleiner.

Die QRS-Vektoren zeigten in der Frontalebene bei den orthogonalen Ableitungen und Extremitätenableitungen annähernd in die gleiche Richtung. In der Horizontalebene streuten sie sehr weit, doch lagen sie bei weniger ausgeprägter RVH im linken Thoraxbereich. In der Sagittalebene wiesen sie in den vorderen und hinteren unteren Quadranten.

Die räumlichen QRS-Vektoren lagen gehäuft im linken

unteren vorderen und hinteren Oktanten, am dritthäufigsten wiesen sie in den rechten unteren vorderen Oktanten. Doch auch im rechten unteren hinteren, rechten oberen hinteren und linken oberen hinteren Oktanten waren sie zu finden.

Bei der elektrokardiographischen Verlaufskontrolle einiger Patienten (2 Fälle mit Mitralstenose, 1 Fall mit Vorhofseptumdefekt) hatten wir den Eindruck, daß die sich ändernde Hämodynamik in den drei orthogonalen Ableitungen eher und deutlicher sichtbar wurde als in den zwölf konventionellen Ableitungen.

Die orthogonalen Ableitungen bieten erhebliche Vorteile:

Der Arbeitsaufwand ist bei gleichem oder sogar besserem Aussagewert erheblich kleiner.

Der Umstand, daß hier in drei Kurven die nötigen Informationen enthalten sind, bietet vor allem für die elektronische Analyse des Ekg erhebliche Vorteile.

Die Bestimmung der elektrischen Herzachse ist nur durch die Ableitung des Ekg in allen drei Ebenen des Raumes exakt möglich.

II. Einleitende Bemerkungen :

Seit der ersten Aufzeichnung eines menschlichen Elektrokardiogramms im Jahre 1877 durch W a l l e r , der eine Brust- und eine Rückenelektrode verwandte, haben unzählige Autoren nach der optimalen Ableitungsmethode für das Ekg gesucht.

Grundlegend bis heute waren vor allem die Arbeiten von E i n t h o v e n in den Jahren 1907/08, der die Extremitätenableitungen einführte. W i l s o n , W o l f e r t h , W o o d und G r o e d e l schlugen 1930/32 die Brustwandableitungen als sogenannte herznahe Ableitungen vor. 1938 empfahl N e h b eine Methode, die auch heute noch häufig angewendet wird, und 1947 verbesserte G o l d b e r g e r die bereits von W i l s o n inaugurierten unipolaren Extremitätenableitungen.

In letzter Zeit wurden besonders die "intracavitären Ableitungen" untersucht und für spezielle Fragestellungen als sehr aussagefähig gefunden. Nähere Angaben hierzu siehe in der Arbeit von K ö h l e r , J.A.

Mit der Einführung der Vektorkardiographie durch S c h e l l o n g im Jahre 1936 wurde die vektorielle Betrachtungsweise des Elektrokardiogramms aktuell und damit die Forderung nach einer dreidimensionalen Ableitungsmethode, die unter Berücksichtigung der anatomischen Herzlage ein möglichst objektives Bild über die Lage und Größe der elektrischen Summationsvektoren lieferte.

Zur Lösung dieses Problems wurden eine Vielzahl von Elektrodenkombinationen und -positionen vorgeschlagen. Die heute gebräuchlichsten sind die von B u r g e r , F r a n k , M c F e e und J o h n s t o n sowie jenes von S c h m i t t und S i m o n s o n .

B u r g e r verwendet eine Kombination von fünf Elektro-

den, während F r a n k sieben für optimal ansieht. Ein Jahr vor F r a n k , 1955 , empfahlen S c h m i t t und S i m o n s o n eine Kombination von vierzehn und 1961 schlugen M c F e e und J o h n s t o n neun Elektroden vor.

Es liegen nun heute bereits eine Reihe von Untersuchungen vor, in denen die einzelnen Ableitungsmethoden miteinander verglichen wurden. A b e l und Mitarbeiter fanden dabei, daß die Richtung der Herzvektoren bei den vier oben genannten Systemen nicht signifikant verschieden ist, wogegen die Größe der Vektoren etwas differiert. So fand er beim B u r g e r - System die kleinsten und beim System nach M c F e e die größten Vektoren; auch schienen ihm die ST-Veränderungen im orthogonalen Ekg nach M c F e e nicht so häufig zu sein als in jenem nach B u r g e r geschriebenen. L a n g n e r , O k a d a , M o o r e und F i e s kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Sie fanden in der Ableitung Z die größten Abweichungen unter den einzelnen Systemen, wobei sie aber in neunzig Prozent ähnliche oder gleiche Kurvenbilder feststellten. P i p b e r g e r fand ebenfalls eine gute Übereinstimmung unter den einzelnen orthogonalen Ableitungssystemen.

Themenstellung

In dieser Arbeit sollen die Veränderungen des orthogonalen Elektrokardiogramms (Ekg) nach der Ableitungsmethode von McFee und Mitarbeitern bei rechtsventrikulärer Hypertrophie (RVH) untersucht werden.

Es soll festgestellt werden, ob die Extremitätenableitungen und die Brustwandableitungen bei dieser speziellen Fragestellung durch die drei orthogonalen Ableitungen ersetzt werden können; dies würde eine deutliche Arbeitersparnis bedeuten und wäre auch für die elektronische Auswertung von Interesse.

Es soll ferner geprüft werden, ob das orthogonale Ekg eventuell bereits früher eine deutliche Veränderung im Sinne einer RVH zeigt als die üblichen Standardableitungen (Extremitäten- und Brustwandableitungen).

Nicht untersucht wird in dieser Arbeit das orthogonale Ekg des Herzgesunden, des Patienten mit Herzinfarkt und jenes bei linksventrikulärer Hypertrophie.

III. Methodik

Wir schrieben eigens für diese Untersuchung bei 60 Patienten mit klinischen Zeichen der Rechtsherzbelastung und gesicherter Diagnose ein Ekg in den Ableitungen I - III, aVL, aVR, aVF, V_1 - V_6 und den drei orthogonalen Ableitungen X, Y und Z. Bei einer Reihe von Patienten wurde zusätzlich noch V_{3r} registriert.

KLINISCHE DATEN

Nr.	N.	J.	m	w	kg	cm	RR	Puls	Diagnose
1	BC	20	m		58,1	172	120/ 80	70	Infund.Pulmonalstenose, part.Pulmonalvenentransposition Kammerseptumdefekt, Links-Rechts-Shunt
2	SL	29	w		57,0	169	110/ 70	80	Vorhofseptumdefekt, Links-Rechts-Shunt
3	AA	35	w		64,2	163	120/ 80	68	Mitralstenose Grad III, schw.pulm.Hypertonie, Op. 27.5.64
4	BI	18	w		40,2	158	120/ 70	87	Vorhofseptumdefekt, Pulmonalstenose
5	KA	18	w		46,0	164	115/ 75	84	Infundibuläre Pulmonalstenose
6	PK	42	w		74,5	158	130/ 85	73	Vorhofseptumdefekt, Links-Rechts-Shunt
7	HA	19	m		55,7	162	115/ 75	83	Vorhofseptumdefekt, Links-Rechts-Shunt, Op. Febr.1966
8	SH	57	m		59,4	164	130/ 90	100	Chron.Cor pulm., degen.-cystische Veränderungen d. Lunge
9	PV	16	w		37,0	150	110/ 85	84	Off.Duct.arter.Botalli, pulm.Hypertonie, R-L-Shunt
10	PM	16	m		47,3	161	125/ 95	74	Off.Duct.Botalli, pulm.Hypertonie, Rechts-Links-Shunt
11	SR	21	m		63,8	167	125/ 80	76	Pulmonalstenose, perforiertes Aneurysma Sinus Valsalvae leichter Links-Rechts-Shunt, Op. 23.7.64
12	PJ	41	m		84,4	173	150/ 90	70	Zust. n.Kommissurotomie wegen Mitralstenose, Mitralinsuff.
13	GA	33	w		63,0	163	105/ 80	82	Mitralstenose, pulmonale Hypertonie
14	SR	63	w		52,4	165	130/ 70	70	Komb.Mitralvitium, funktionelle Trikuspidalinsuffizienz
15	GJ	54	w		58,4	161	140/ 80	77	Komb.Mitralvitium, sekundäre Trikuspidalinsuffizienz
16	LE	35	w		60,0	162	130/ 90	82	Zust. n.Kommissurotomie wegen Mitralstenose, Op. 12.2.64
17	SU	19	w		44,5	164	130/ 80	64	Zust. n.Kommissurotomie wegen Mitralstenose, pulm.Hypertonie
18	ZG	41	m		66,0	180	125/ 75	80	Vorhofseptumdefekt, Links-Rechts-Shunt
19	MG	26	m		120,0	185	120/ 75	80	Pulmonalstenose, Aneurysma der linken Pulmonalis
20	CM	55	w		46,0	157	135/ 90	84	Komb.Mitralvitium, Trikuspidalinsuffizienz, Cirrhose card. Sektionsbefund: RV-Hypertrophie
21	GG	58	m		94,2	168	137/ 80	104	Mitralvitium
22	PM	75	w		69,8	166	160/ 90	78	Essent.Hypertonie, Cor pulmonale, Altersemphysem

KLINISCHE DATEN
(Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	m	w	kg	cm	RR	Puls	Diagnose
23	SK	38	m		80,0	179	130/ 90	80	Vorhofseptumdefekt, Links-Rechts-Shunt
24	DJ	63	m		88,0	180	130/ 70	80	Links- u. Rechtsinsuff., Myokardfibrose, chron. Bronchitis Aorteninsuffizienz
25	DA	53	m		65,0	174	120/ 70	78	Mitralstenose, Emphysebronchitis
26	WI	25	w		57,5	169	130/ 65	84	Vorhofseptumdefekt, Transposit.d. großen Pulmonalvenen
27	TT	15	m		37,0	145	115/ 80	80	Myokarditis, Endokarditis
28	WW	19	m		71,1	179	120/ 80	90	Dacosta-Syndrom, kein Anhalt für Herzvitium
29	HB	27	w		58,0	155	130/ 60	80	Zust. n. operiertem Vorhofseptumdefekt
30	RK	34	w		60,0	167	140/100	70	Komb. Mitralvitium, Trikuspidalinsuffizienz
31	ZJ	51	w		53,0	166	110/ 80	76	Komb. Mitralvitium, vorwiegend Insuffizienz
32	LG	36	m		71,0	175	120/ 80	78	Mitralstenose, pulm. Hypertonie, leichte Aortenstenose
33	ZE	52	w		67,0	168	120/ 75	70	Mitralstenose
34	SE	48	w		70,8	165	130/ 90	60	Vorhofseptumdefekt
35	MA	36	w		50,0	152	108/ 50	68	Aorteninsuffizienz, komb. Mitralvitium, überwiegend Stenose
36	PE	31	w		53,2	158	95/ 70	80	Vorhofseptumdefekt, Links-Rechts-Shunt
37	ER	25	m		71,0	170	140/ 70	88	Contusio cordis, Rechtsinsuffizienz, Perikarditis
38	RE	48	w		52,0	160	130/ 80	70	Mitralstenose, Aorteninsuffizienz

Alle Kurven wurden bei einer Papiergeschwindigkeit von 50 mm/sec mit dem Siemens-Cardirex-6-Fachsreiber registriert. 1 mV entspricht der Amplitude von 1 cm.

Von den 60 Patienten wählten wir schließlich 38 aus, die in den Extremitäten- und Brustwandableitungen typische Zeichen einer RVH zeigten. Bei einigen Patienten konnten wir vor und nach der operativen Korrektur des Herzvitiums, das zur RVH geführt hatte, ein Ekg abnehmen (siehe Pat. Nr. 3, 3a, 3b; 7, 7a, 7b; 11, 11a und 16, 16a).

Die Patienten litten in der überwiegenden Anzahl an einer Mitralstenose oder an einem kombinierten Mitralvitium, an zweiter Stelle standen die Patienten mit einem Vorhofseptumdefekt. Die genauen Diagnosen jedes Patienten mit weiteren klinischen Daten sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Bei der Mehrzahl der Patienten lag auch das Ergebnis einer Herzkatheterisierung vor; die dabei gefundenen systolischen Werte im rechten Ventrikel sind in Tabelle 2, Spalte 16 angeführt. Es fällt auf, daß zwischen den positiven Ekg-Zeichen für RVH und den systolischen Druckwerten im rechten Ventrikel keine eindeutige Parallelität besteht. So wurde bei Pat. Nr. 2 im rechten Ventrikel nur ein systolischer Druck von 37 mmHg registriert, obwohl im Ekg 12 Zeichen für RVH positiv waren. Bei Widerstandshypertrophie war die Druckerhöhung allerdings weit ausgeprägter als bei Volumenhypertrophie.

Um den Schweregrad der RVH zu beurteilen, wählten wir 15, von verschiedenen Autoren (L e w i s , H o l z m a n n , R e i n d e l l , S o k o l o w u.a.) angegebene, Zeichen und Indices aus. Sie sind in Tabelle 2 angeführt.

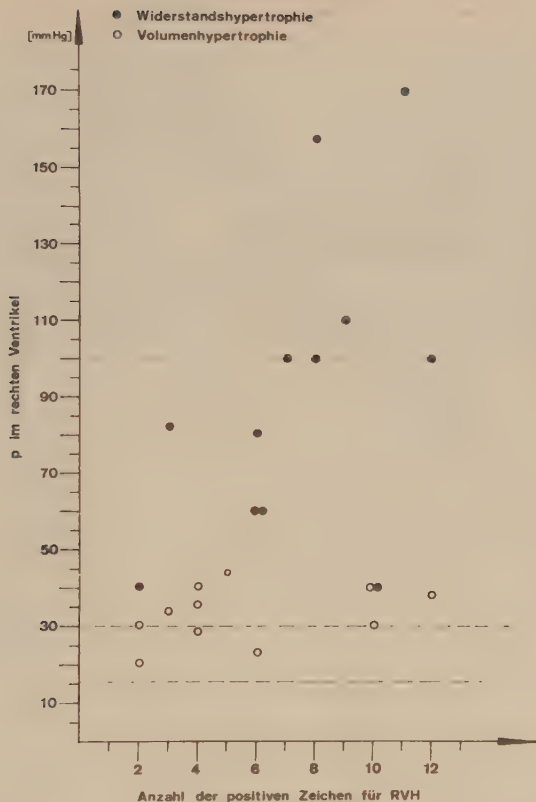


Abb. 1 : Das Verhältnis des systolischen Druckes im rechten Ventrikel zum Schweregrad der RVH.
Gestrichelte Linien: normale p-Werte.

Die Patienten ordneten wir nach der Anzahl der positiven Zeichen für RVH, so daß die im Ekg festgestellte Ausprägung der Hypertrophie von Patient Nr. 1 bis Patient Nr. 38 kontinuierlich abnimmt.

In Tabelle 3 sind die entsprechenden Zeichen für die begleitende linksventrikuläre Hypertrophie (LVH) zusammengestellt.

ZEICHEN FÜR RECHTSHYPERTROPHIE

Nummer	Name	Alter	Geschlecht	Lewis-Index ($R_1 + S_{III}$) - ($S_1 + R_{III}$) $\leq -1,5$ mV							V_1		$V_{5(6)}$		Sokolow-Index $R_{V_1} + S_{V_{5(6)}}$		R/S in $V_{5(6)}$	V_1 : GNB (bei R')	Reindell-Index $GNB_{V_1} - GNB_{V_{5(6)}}$ oder negativ	$V_{3r} - V_3$		Stell- oder Reichtyp in I - III	$V_{3r} : R/S$	Druck im rechten Ventrikel in mmHg (Normalwert 16 - 50 mmHg)	Summe (ohne Spalte 15 u. 16)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				14	15				
1	BC	20	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100	12	
2	SL	29	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	37	12	
3	AA	35	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	170	11	
4	BI	18	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	40	11	
5	KA	18	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30	10	
6	PK	42	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	40	10	
7	HA	19	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	10	
8	SH	57	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	10	
9	PV	16	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	110	9	
10	PM	16	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	160	8	
11	SR	21	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100	8	
12	PJ	41	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100	8	
13	GA	33	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100	7	
14	SR	63	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7	7	
15	GJ	54	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7	7	
16	LE	35	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	60	6	
17	SU	19	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	80	6	
18	ZG	41	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	23	6	
19	MG	26	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	60	6	
20	CM	55	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	6	
21	GG	58	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	6	
22	PM	75	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	6	
23	SK	38	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	6	
24	DJ	63	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	44	5	
25	DA	53	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	5	
26	WI	25	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	5	
27	TT	15	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	40	4	
28	WW	19	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4	4	
29	HB	27	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	34	3	
30	RK	34	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	35	4	
31	ZJ	51	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	28	4	
32	LG	36	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	84	3	
33	ZE	52	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	40	2	
34	SE	48	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	30	3	
35	MA	36	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	20	2	
36	PE	31	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	2	
37	ER	25	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	2	
38	RE	48	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	
3a	AA	35	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12	6	
3b	AA	37	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	5	
7a	HA	19	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	6	
7b	HA	19	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	5	
11a	SR	23	m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	6	
16a	LE	35	w	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	5	5	

ZEICHEN FÜR LINKSHYPERTROPHIE

Numerus																		
Name																		
Alter																		
Geschlecht																		
R_I Δ 2 mV																		
$R_I + S_{III}$ Δ 2,5 mV																		
$(R_I - S_I) + (S_{III} - R_{III}) \Delta 1,7$ mV																		
V_1																		
R 0,2 mV																		
S 2,4 mV																		
R 2,6 mV																		
R/T Δ 10																		
$V_{5(6)}$																		
Sokolov-Index $R_{V_5} + S_{V_1}$ Δ 3,5 mV																		
R/S in V_5 Δ 1																		
R/S in V_1 Δ 0,05 sec																		
$V_{5(6)} : QRS$ Δ 0,032 sec																		
Reindell-Index $QRS_{V_6} - QRS_{V_1}$ Δ																		
V_{5-6}																		
ST-Senkung																		
T präterminal negativ																		
Linkstyp, überdrehter Linkstyp																		
Summe																		
1	BC	20																0
2	SL	29																0
3	AA	35																0
4	BI	18																1
5	KA	18																0
6	PK	42																0
7	HA	19																0
8	SH	57																0
9	PV	16																0
10	PM	16																0
11	SR	21																8
12	PJ	41																1
13	GA	33																0
14	SR	63																4
15	GJ	54																0
16	LE	35																2
17	SU	19																1
18	ZG	41																1
19	MG	26																1
20	CM	55																1
21	GG	58																2
22	PM	71																1
23	SK	38																3
24	DJ	63																2
25	DA	53																2
26	WI	25																2
27	TT	15																1
28	WW	19																1
29	HB	27																7
30	RK	34																4
31	ZJ	51																5
32	LG	36																3
33	ZE	52																3
34	SE	48																2
35	MA	36																5
36	PE	31																1
37	ER	25																5
38	RE	48																8
3a	AA	35																0
3b	AA	37																0
7a	HA	19																1
7b	HA	19																2
11a	SR	23																8
16a	LE	35																3

Tab. 3

Die Extremitätenableitungen zeichnen wir in der von E. C a b r é r a vorgeschlagenen Reihenfolge aVL, I, -aVR, II, aVF, III auf, da auf diese Weise mit einem Blick die Richtung des Hauptvektors in der Frontalebene zu sehen ist. Die einzelnen Ableitungen liegen dabei jeweils um 30 Grad im Uhrzeigersinn auseinander, beginnend mit aVL bei -30° .

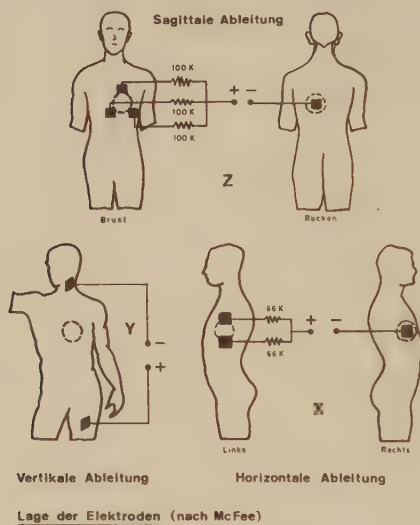


Abb. 2

Das orthogonale Ekg wurde nach der von M c F e e und Mitarbeitern angegebenen Methode abgenommen. Die Lage der Elektroden und die zwischengeschalteten Widerstände sind auf Abbildung 2 zu sehen. Wir änderten dabei nur die Polung der sagittalen Ableitung (Z), indem wir den positiven Pol vorn anlegten.

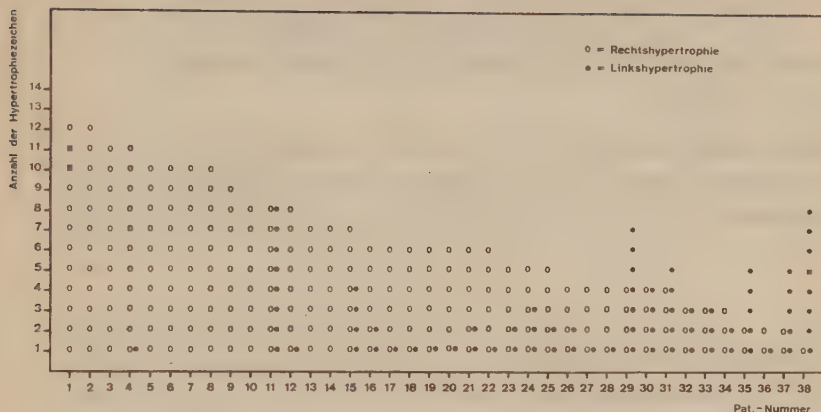


Abb. 3 : zeigt die für jeden Patienten gefundenen positiven Zeichen für Rechts- und Linkshypertrophie, graphisch übersichtlich geordnet.

Um ein klareres Bild zu erhalten, wurden die Patienten in drei Gruppen unterteilt, die im folgenden getrennt besprochen werden.

GRUPPE A	13 Pat.	Nr.1 - 14 (ohne Nr.11)	Reine RVH
GRUPPE B	15 Pat.	Nr.15- 28 (mit Nr.11)	Überwiegende RVH mit LVH
GRUPPE C	10 Pat.	Nr.29- 38	Überwiegende LVH mit RVH

Die Vektoren des Kammerkomplexes und jene der ST - Strecke und der T - Welle sowie den Ventrikelgradienten ermittelten wir nach den Angaben von Holzmann.

Für diesen Zweck wurden die Flächen von QRS und ST - T mit einer Lupe ausgezählt; die dabei gefundenen Werte sind in Tabelle 5 am Schluß dieser Arbeit angeführt.

Entsprechend wurden auch die Winkel in der Horizontalebene (beta) und der Sagittalebene (gamma) konstruiert.

Die Raumvektoren wurden nach der folgenden Formel berechnet:

$$K = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

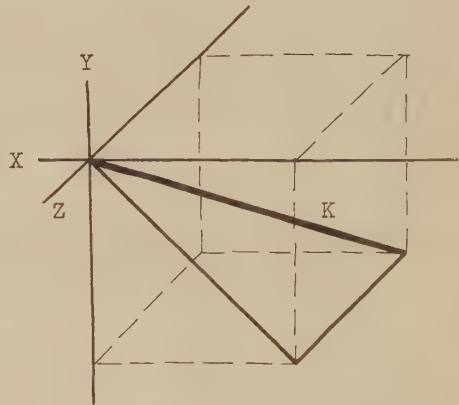


Abb. 4

Die ausgemessenen Vektoren und die zugehörigen Winkel sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengestellt. Sie finden sich im Anhang. Dort stehen auch weitere Angaben über den QRS - Komplex in allen Ableitungen, wobei Amplituden bis 0,4 mV mit Kleinbuchstaben und ab 0,5 mV mit Großbuchstaben bezeichnet werden (Tabelle 4 und 8).

IV. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND KURVENBEISPIELE

GRUPPE A

REINE RECHTSVENTRIKULÄRE HYPERTROPHIE (RVH)

In dieser Gruppe werden die Patienten Nr. 1 bis Nr. 14 zusammengefaßt. Bei ihnen zeigt das Ekg in den Extremitäten- und Brustwandableitungen ausgeprägte Zeichen der RVH, während Zeichen für eine LVH völlig fehlen. Eine Ausnahme bildet hier Pat. Nr. 11, er wird deshalb der Gruppe B zugeteilt.

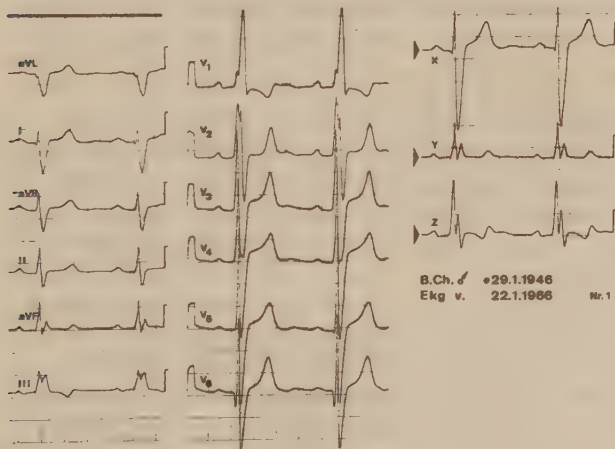


Abb. 5

Die Abbildung 5 zeigt das Ekg eines 20-jährigen Patienten, der an einer infundibulären Pulmonal-

stenose, partieller Pulmonalvenentransposition bei Kammerseptumdefekt und Links-Rechts-Shunt leidet. Im rechten Ventrikel wurde ein systolischer Druck von 100 mmHg gemessen.

Der Hauptausschlag in aVL und I ist negativ, in III fehlt dagegen die S - Zacke völlig. Der QRS - Vektor erreicht eine Größe von $65 \mu\text{Vsec}$ bei einem Winkel α_{J} von 160° . R hat in V_1 eine Amplitude von 3,5 mV und das Verhältnis von R zu S beträgt 11,6.

Der "Beginn der größten Negativitätsbewegung" (GNB, auch "intrinsic deflection" oder "oberer Umschlagspunkt" genannt. Siehe Lewis, Holzm ann, Reindell, Klepzig u.a.) liegt bei 0,08 sec.

In den orthogonalen Ableitungen ist der Hauptausschlag in der horizontalen Richtung (X) negativ bei einem R von 1,7 mV und einem S von 3,6 mV. In der vertikalen Richtung (Y) findet sich eine RR' - Zacke, eine S-Zacke fehlt; in der sagittalen Richtung (Z) ist ebenfalls ein geknotetes R vorhanden, dem allerdings eine wesentlich kleinere S - Zacke folgt.

Vergleicht man die orthogonalen Ableitungen mit den übrigen, so fällt die ausgeprägte Ähnlichkeit der Kurven in den Ableitungen X und $V_4 - V_5$ sowie Y und aVF auf; die Ableitung Z korrespondiert dagegen mit keiner Ableitung.

Der Quotient R/S beträgt in X 0,5, in Y 1,5:0 und in Z 4,2. Der räumliche Vektor von QRS erreicht $168 \mu\text{Vsec}$ und der des Ventrikelgradienten $95 \mu\text{Vsec}$. Der Raumvektor des Kammerkomplexes zeigt bei einem Winkel α_{F} von 167° , bei einem Winkel beta von 157° und einem Winkel gamma von 27° in den rechten vorderen unteren Oktanten.

Die Abbildung 6 gibt das Ekg einer 18-jährigen Patientin wieder, die an einem Vorhofseptumdefekt mit Pulmonalstenose leidet (Pat. Nr. 4).

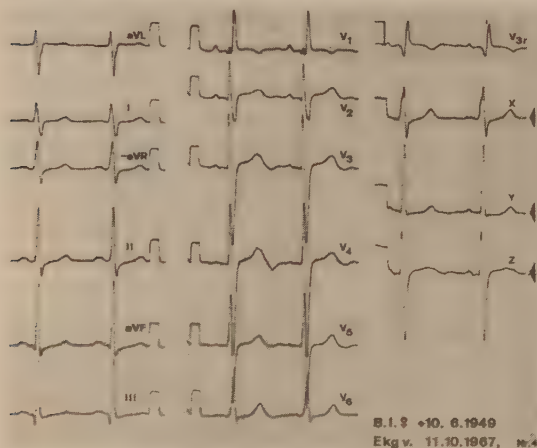


Abb. 6

Der Hauptausschlag in aVL ist negativ, der Kammerkomplex in aVF und III fast rein positiv. In V_1 erreicht R 1,7 mV und selbst in V_{3r} noch 1 mV. In V_2 ist der Hauptausschlag ebenfalls positiv. Der Quotient R/S beträgt in V_1 21,2, in V_2 1,6 und in V_{3r} 1:0. Der QRS-Vektor zeigt in der Frontalebene bei einem Winkel alpha von 86° in den unteren linken Quadranten. Der Beginn der größten Negativitätsbewegung (GNB) findet sich in V_1 bei 0,075 sec. In der Ableitung X beträgt R 1,4 mV und S 0,8 mV. In Y ist der Kammerkomplex beinahe rein positiv, R erreicht hier eine Amplitude von 2,9 mV; in der sagittalen Ableitung dagegen ist bei einem R von 1,9 mV und einem S von 2,85 mV der negative Ausschlag deutlich größer als der positive. Der räumliche Vek-

r von QRS beträgt 60 μ Vsec; er zeigt bei den Winkeln α_P 63° , β -63° und γ 135° in den ersten hinteren unteren Oktanten.

Die P-Welle ist in X leicht doppelgipfelig positiv und in Z biphasisch. Die ST-Strecke ist in X und Z leicht angehoben, in Y um 0,05 mV gesenkt. T ist in allen drei Ableitungen rein positiv.

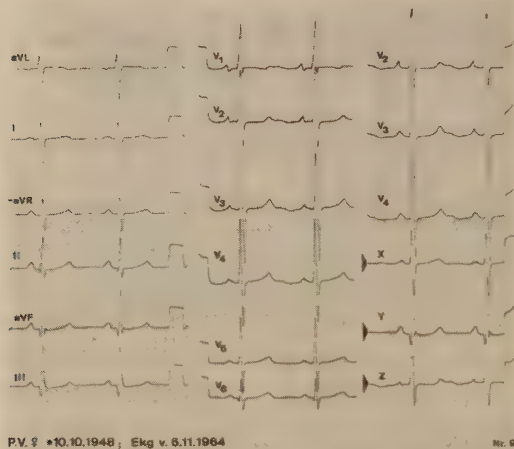


Abb. 7

Abbildung 7 zeigt das Ekg eines 16-jährigen Mädchens mit offenem Ductus art. Botalli und pulmonaler Hypertonie (Pat. Nr. 9). Im rechten Ventrikel wurde ein syst. Druck von 110 mmHg gemessen. In den Ableitungen aVL und I überwiegt S gegenüber R; die R-Zacke erreicht in aVF und III mit 1,8 mV ihre größte Amplitude. Der QRS-Vektor liegt bei 105° .

In V_1 hat R eine Amplitude von 2,1 mV und R/S beträgt 8,4. In V_2 ist das Verhältnis von R zu S immer noch 2. Die R-Amplitude ist in V_2 um 0,15 mV größer als in V_5 .

In der Ableitung X ist R und S mit 1,5 mV gleich groß. In Y erreicht R 2,5 mV, hier findet sich ein Q von 0,4 mV. Diese Q-Zacke tritt auch in aVF und III auf. In der Z-Ableitung hat R eine Amplitude von 2 mV und S von 1,1 mV.

P ist in Ableitung Y schmalbasig, spitz positiv ausgebildet wie in Ableitung II; in Z ist es angedeutet biphasisch. Die ST-Strecke ist isoelektrisch. Der Raumvektor des Kammerkomplexes beträgt $48 \mu\text{Vsec}$ und seine Winkel sind: $\alpha_F 85^\circ$, $\beta 85^\circ$, $\gamma 51^\circ$. Er weist damit in den linken vorderen unteren Oktanten.

In Abbildung 8 ist das Ekg einer 33-jährigen Patientin wiedergegeben, die an einer Mitralstenose mit pulmonaler Hypertonie leidet (Pat. Nr. 13).

Im rechten Ventrikel wurde ein syst. Druck von 100 mmHg gemessen. Von den Kriterien für RVH fanden wir 7 positiv.

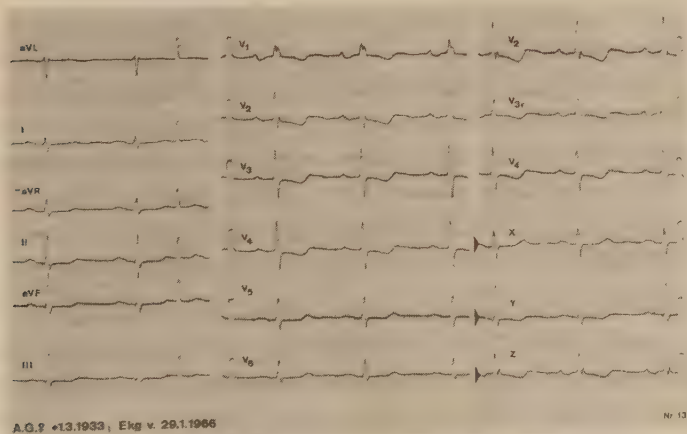


Abb. 8

In aVL ist nur eine kleine R-Zacke vorhanden, die S-Zacke überwiegt sehr deutlich. In I entspricht der positive Ausschlag fast genau dem negativen. Erst in -aVR wird der QRS-Komplex positiv. In aVF findet sich die größte R-Amplitude mit 1,7 mV unter den Extremitätenableitungen. Auch in dieser Ableitung ist die S-Zacke mit 0,4 mV sehr niedrig. In den Brustwandableitungen fällt die relativ große R-Zacke von 0,95 mV in V_{3r} auf. Eine S-Zacke fehlt in V_{3r} ebenso wie in V_1 . Selbst in V_2 und V_3 überwiegt die Amplitude von R jene von S. Die größten R-Zacken finden sich in V_2 und V_3 mit jeweils 1,65 mV. Auffallend in den Brustwandableitungen sind ferner die präterminal negativen T-Wellen bis V_4 .

In der Ableitung X ist die R-Amplitude mit 0,75 mV annähernd gleich der S-Amplitude, die 0,6 mV beträgt; die Fläche von R ist dabei größer als die von S. In der vertikalen Richtung (Y) sehen wir eine sehr hohe R-Zacke, die S-Zacke ist kleiner als in der Ableitung X. Auch in der sagittalen Ableitung (Z) findet sich eine ausgeprägte Rr' -Zacke, ein S ist nur andeutungsweise vorhanden. Die P-Zacke ist in Y doppelgipflig positiv und in Z deutlich biphasisch mit schmalbasigem, spitz positivem und einem verbreiterten, ausgeprägt negativen Anteil wie in V_2 . Dieses P-cardiale kommt in Ableitung Z besser zum Ausdruck als in allen konventionellen Standardableitungen.

In den Extremitätenableitungen zeigt der QRS-Vektor bei einem Winkel α_j von 120° in den unteren rechten Quadranten. Dies ist bei den orthogonalen Ableitungen nicht der Fall, da hier der Winkel α_F mit 79° etwas kleiner ist. Der räumliche QRS-Vektor zeigt in den linken vorderen unteren Oktanten.

Nun sollen noch kurz zwei Patienten besprochen werden, bei denen vor und nach der operativen Korrektur des Herzvitiums ein Ekg geschrieben werden konnte.

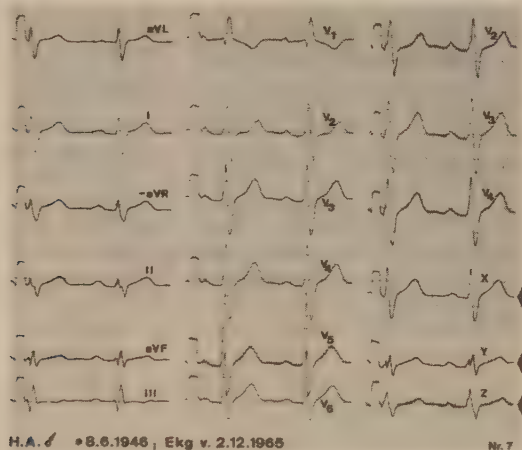


Abb. 9

Die Abbildung 9 gibt das Ekg eines 19-jährigen Patienten mit Vorhofseptumdefekt wieder (Pat.Nr. 7). Es ist zwei Monate vor der Operation geschrieben worden. Im rechten Ventrikel wurde zu dieser Zeit ein systolischer Druck von 40 mmHg gemessen.

In den Extremitätenableitungen zeigt der Hauptvektor in Richtung $-aVL$, der Winkel α beträgt 141° .

In V_1 findet sich neben einem q von 0,2 mV ein R von 0,85 mV, eine S -Zacke fehlt. Auch in V_2 ist R um 0,2 mV höher als S . Sowohl der $S o k o l o w$ - als auch der $R e i n d e l l$ - Index sind für die RVH positiv. Die GNB beginnt bei 0,05 sec in V_1 und bei 0,045 sec in V_2 .

In Ableitung X findet sich eine R -Zacke von 1,2 mV und eine S -Zacke von 0,9 mV; damit ist der Quotient

von R/S in dieser Ableitung 1,3. In Y ist R im aufsteigenden Ast gesplittert und erreicht eine Höhe von 0,5 mV; S ist mit 0,4 mV etwas niedriger als R. Auch in Ableitung Z ist R mit 0,7 mV um 0,2 mV höher als S. Die P-Welle ist in X am höchsten, ebenso die T-Welle; beide sind in allen drei Ableitungen positiv. Die Ähnlichkeit von Y mit aVF ist bei diesem Patienten (Nr. 7) nicht so ausgesprochen wie bei den früheren. X und Z haben in den Extremitäten- und Brustwandableitungen ebenfalls keine Entsprechung.

Der räumliche Vektor von QRS hat eine Größe von $13,5 \mu\text{Vsec}$; seine Winkel sind: $\alpha 132^\circ$, $\beta 143,5^\circ$ und $\gamma 55^\circ$. Der Vektor weist damit in den rechten vorderen unteren Oktanten.

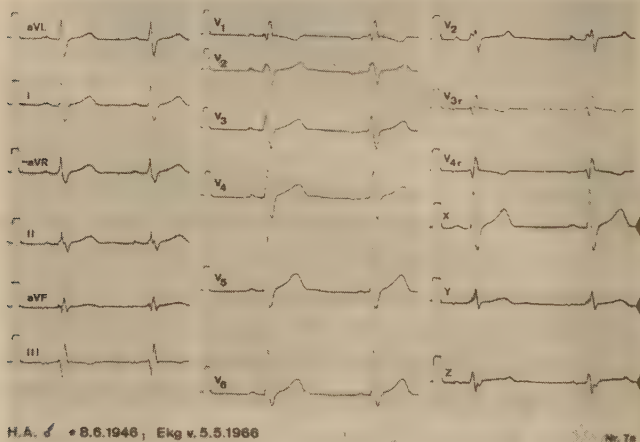


Abb. 10

Abbildung 10 zeigt das Kurvenbild des gleichen Patienten im dritten postoperativen Monat. In den Tabellen sind die Werte unter Nr. 7a angeführt.

Der QRS-Vektor ist in der Frontalebene leicht nach links gewandert und liegt jetzt bei 135° gegenüber 141° in Abbildung 9. Die Amplitude von R hat in aVL und I leicht zugenommen.

In V_1 und V_2 ist R deutlich kleiner geworden. In V_{3r} und V_{4r} sind allerdings noch R-Zacken von 0,75 mV vorhanden.

In der orthogonalen Ableitung X ist R 1,65 mV hoch, also höher als in der Kurve in Abbildung 9. S ist auch hier kleiner als R, das Verhältnis von R zu S ist etwas größer geworden. Es beträgt jetzt 1,8 gegenüber 1,3 in der präoperativen Ableitung. Y ist etwa gleich geblieben. In Z ist R etwas niedriger als in Z präoperativ und S ist aufsteigend gesplittet.

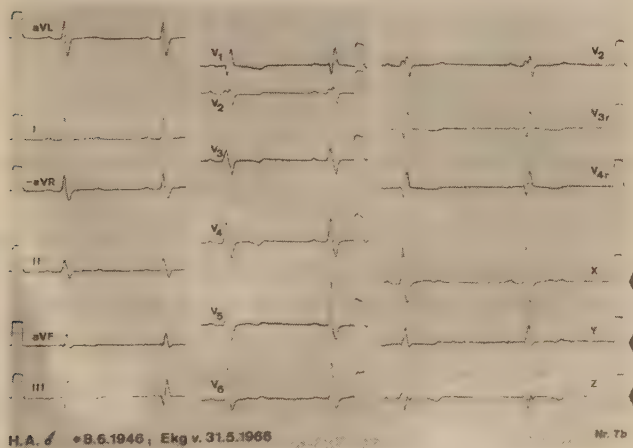


Abb. 11

Der QRS-Vektor zeigt bei einer Größe von $10,5 \mu\text{Vsec}$ und den Winkeln α_F von 85° , β von $46,5^\circ$ und γ von 84° nunmehr in den linken vorderen unteren

Oktanten, ist also ebenso wie der QRS-Vektor in der Frontalebene bei den Extremitätenableitungen nach links gewandert.

Abbildung 11 entspricht dem Kurvenbild desselben Patienten etwa vier Monate nach der Operation (Pat. Nr. 7b).

Der Vektor des Kammerkomplexes ist in den Extremitätenableitungen weiter nach links gewandert. Er liegt jetzt bei einem Winkel α_J von 83° gegenüber 141° und 135° .

Die Kammerkomplexe in V_1 und V_2 haben sich im postoperativen Verlauf nicht wesentlich verändert im Gegensatz zu jenen in Z. Nur die T-Welle ist in allen Brustwandableitungen negativ geworden. Der Patient hat eine Pericarditis durchgemacht.

In der Ableitung Z ist die R-Zacke noch kleiner geworden. Es überwiegt jetzt die S-Zacke um $0,3$ mV. Auffallend ist ferner die starke Abflachung von T besonders in Ableitung X als Ausdruck der postoperativen Pericarditis.

Der QRS-Vektor weist jetzt in den orthogonalen Ableitungen mit den Winkeln α_F von $65,5^\circ$, β von -31° und γ von 106° in den linken hinteren unteren Oktanten. Er zeigt also im postoperativen Verlauf eine Drehung von rechts vorn über links vorn nach links hinten. Diese Änderung des Elektrokardiogramms als Ausdruck der sich ändernden Hämodynamik kommt in den orthogonalen Ableitungen eher und deutlicher zur Darstellung als in den Extremitäten- und Brustwandableitungen. Die Wanderung des räumlichen QRS-Vektors kann wohl als Zeichen für den Rückgang der RVH angesehen werden. In diesem Fall scheint das orthogonale Ekg den anderen Ableitungen deutlich überlegen zu sein.

Hier sei noch ein letztes Kurvenbeispiel in dieser Gruppe A angeführt:

Abbildung 12 zeigt das Ekg einer 35-jährigen Frau mit Mitralstenose Grad III (Pat. Nr. 3, 3a und 3b). Im rechten Ventrikel wurde präoperativ ein Druck von 170 (!) mmHg registriert. Das Ekg wurde drei Monate vor der Operation geschrieben.

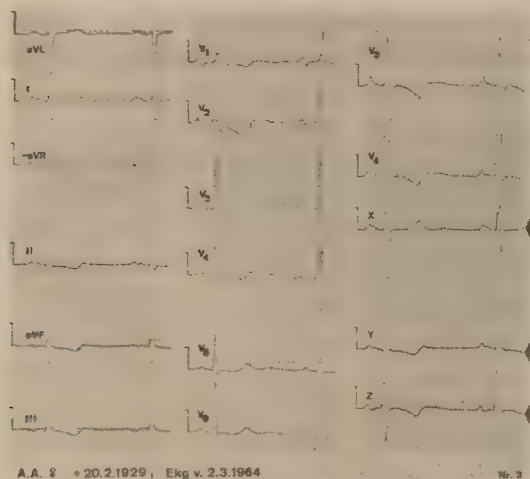


Abb. 12

Die größte Amplitude findet sich in den Extremitätenableitungen bei III mit 3,1 mV. Der Winkel α_{QRS} beträgt für QRS 103° .

In V_1 hat R eine Höhe von 1,1 mV, S fehlt in V_1 . Die GNB beginnt in dieser Ableitung bei 0,04 sec; in V_3 wird S größer als R und erreicht hier 2,8 mV.

Sokolow -, Reindell - und Lewis - Index sind für RVH positiv.

In X ist S um 0,5 mV höher als R; in Y besteht der

Kammerkomplex aus einer einzigen R-Zacke von 3,3 mV, und in Z ist R und S mit 1,7 mV gleich groß. Y entspricht etwa der Ableitung III und aVF, Z liegt dem optischen Kurvenbild nach zwischen V_3 und V_4 . Der QRS-Vektor zeigt in den orthogonalen Ableitungen mit $\alpha_F 92^\circ$, $\beta -136,5^\circ$ und $\gamma 91^\circ$ nach rechts hinten unten.

Abbildung 13 zeigt das Ekg der eben besprochenen Patientin 6 Wochen nach der Operation und 20 Monate danach.

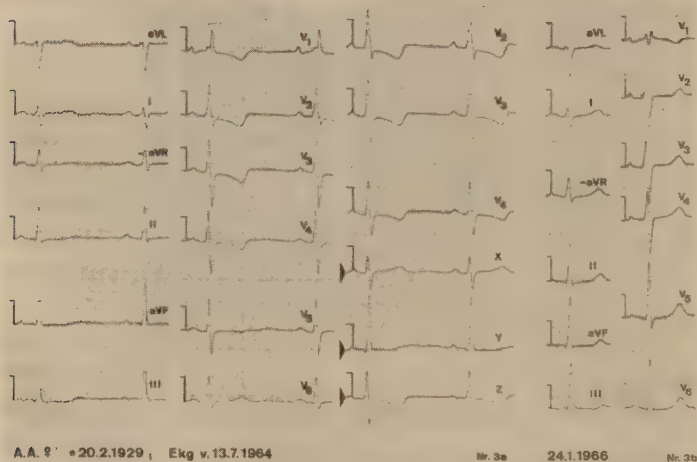


Abb. 13

Die Amplituden von R in II bis III sind niedriger geworden. Der Flächenvektor von QRS liegt bei $\alpha_F 96^\circ$; er ist 20 Monate postoperativ (Abb. 13 rechts) bei 95° gleich geblieben.

In den Brustwandableitungen ist R in V_1 kleiner geworden, 20 Monate nach der Operation ist es noch

weiter zurückgegangen; jetzt findet sich auch ein deutliches s. In V_2 ging das tiefe S verloren, erst 20 Monate postoperativ ist es wieder vorhanden.

Kleiner geworden ist auch das R in V_6 . Lewis-, Sokolow- und Reindell-Index sind positiv geblieben.

In Ableitung X ist keine auffallende Änderung erfolgt. In Y ist weiterhin ein rein positiver Kammerkomplex vorhanden, die Amplitude von R hat allerdings um 1 mV abgenommen. In Z ist R und S gleich hoch wie vordem. Der Raumvektor von QRS zeigt mit α_F von $86,5^\circ$, beta von -76° und gamma von $96,5^\circ$ in den linken hinteren unteren Oktanten. Er ist also von rechts hinten nach links hinten gewandert.

Auch in diesem Falle kommt die sich postoperativ ändernde Hämodynamik in den orthogonalen Ableitungen deutlich zum Ausdruck, wenngleich die Wandlung auch nicht so ins Auge springt, wie im vorher besprochenen Beispiel (Abb. 9, 10, 11).

Z U S A M M E N F A S S E N D

ergeben sich für diese Patientengruppe, in deren Ekg ausgeprägte Zeichen für eine RVH, aber keine für eine LVH, vorhanden sind, folgende Charakteristika:

Mittelwerte ($\bar{x}$) und deren Standardabweichung (s) von R und dem Verhältnis von R zu S :

	R		R/S	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
X	1,16 mV	0,29	1,12	0,53
Y	1,53 mV	0,95	6,57	6,60
Z	1,36 mV	0,86	3,11	4,39

Die R-Zacke ist also in allen drei orthogonalen Ableitungen im Mittel über 1 mV; sie ist in Ableitung Y am höchsten und, wie bei RVH zu erwarten, in X am niedrigsten. Das Verhältnis von R zu S ist in allen drei Ableitungen positiv, die R-Ausschläge überragen also in allen drei Ebenen die Ausschläge von S. Erwartungsgemäß ist das Verhältnis von R zu S in Ableitung Z größer als in X.

Mittlere Länge ($\bar{x}$) des QRS-Vektors und des Ventrikelgradienten in der Frontalebene :

	nach Einthoven		nach McFee	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
QRS-Vektor	23,8	19,5	36,3	38,2
Ventrikelgradient	29,3	13,9	43,9	25,4

Mittlere Länge des QRS-Vektors und des Ventrikelgradienten im Raum, errechnet aus den orthogonalen Ableitungen :

	$\bar{x}$	s
QRS-Vektor	46,0	39,8
Ventrikelgradient	60,9	26,2

Die einzelnen Winkel für die QRS-Summationsvektoren in den drei Ebenen des Raumes betragen :

nach Einthoven		nach McFee
alpha _J 124°		alpha _F 121°
	beta 131°	
	gamma 61°	

Es ergeben sich auffallenderweise keine wesentlichen Abweichungen des Winkels alpha in der Frontalebene. Bei der Konstruktion aus den Einthoven'schen Ableitungen ist er lediglich um drei Grad größer als bei der Konstruktion aus den orthogonalen Ableitungen.

Der mittlere QRS-Vektor dieser Patientengruppe zeigt damit in den rechten vorderen unteren Oktanten.

Genauer aufgeführt zeigt der räumliche QRS-Vektor in den :

rechten vorderen unteren Oktanten	rechten hinteren unteren Oktanten	linken vorderen unteren Oktanten	linken hinteren unteren Oktanten
--	--	---	---

6 mal	2 mal	3 mal	2 mal
-------	-------	-------	-------

GRUPPE B

PATIENTEN MIT ÜBERWIEGENDER RECHTSVENTRIKULÄRER
HYPERTROPHIE UND BEGLEITENDER LINKSVENTRIKULÄRER
HYPERTROPHIE.

In dieser Gruppe werden die Patienten Nr. 15 bis
Nr. 28 zusammengefaßt; Patient Nr. 11 wird dieser
Gruppe zugezählt.

Bei all diesen Patienten zeigt das Ekg in den
Extremitätenableitungen und den Brustwandablei-
tungen noch ausgeprägte Zeichen für eine RVH, doch
sind auch einzelne Zeichen für LVH positiv.

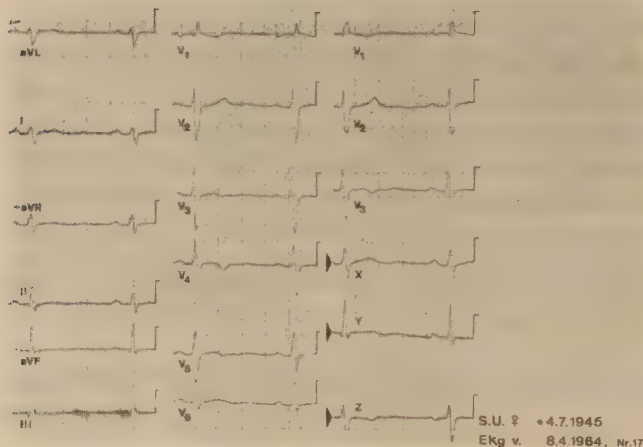


Abb. 14

Abbildung 14 gibt das Elektrokardiogramm von Pat.
Nr. 17 wieder. Bei ihm bestand eine **Mitralstenose**
mit pulmonaler Hypertonie; das Ekg wurde nach der

operativen Korrektur des Klappenfehlers geschrieben. Der systolische Druck im rechten Ventrikel betrug 80 mmHg.

Der QRS-Vektor zeigt in den Extremitätenableitungen bei einem Winkel α_{a_j} von 115° in den rechten unteren Quadranten.

In V_1 findet sich ein R von 0,45 mV, eine S-Zacke fehlt völlig. Die GNB beginnt in dieser Ableitung bei 0,045 sec. In V_2 ist neben einer R-Zacke von 0,75 mV eine S-Zacke von 1,7 mV vorhanden; die GNB beginnt in dieser Ableitung bei 0,025 sec.

In der Ableitung X überragt die R-Zacke um 0,1 mV die S-Zacke, die 0,65 mV erreicht. In Y findet sich nur ein S von 0,2 mV, während die Amplitude von R 1,45 mV beträgt. In dieser Ableitung liegt vor dem R ein kleines Q von 0,1 mV. Der gesamte QRS-Komplex von Y gleicht dem von aVF, der von X zeigt große Ähnlichkeit mit dem von V_5 , und der von Ableitung Z kann mit dem von V_3 verglichen werden. In Z findet sich ein R von 0,55 mV, das Verhältnis von R zu S beträgt 0,5. Die biphasische P-Zacke ist in Z wie in V_1 deutlich erkennbar.

Der räumliche Vektor des Kammerkomplexes erreicht eine Größe von $23,9 \mu\text{Vsec}$ und zeigt bei einem Winkel α_{a_F} von 76° , β von -71° und γ von 125° in den linken hinteren unteren Oktanten.

Abbildung 15 zeigt das Ekg eines 53-jährigen Patienten, der an einer Mitralstenose erkrankt ist; zusätzlich besteht eine Emphysebronchitis (Pat. Nr. 25).

Der Hauptvektor des Kammerkomplexes liegt in den Extremitätenableitungen bei einem Winkel α_{a_j} von $47,5^\circ$ zwischen den Ableitungen -aVR und II. Der Ventrikelgradient liegt bei 46° .

In V_1 findet sich neben einem r von 0,2 mV noch ein r' von 0,1 mV; die s-Zacke erreicht nur 0,05 mV. Dieses doppelte R ist in V_2 noch deutlicher ausgeprägt. Hier findet sich ein R von 0,75 mV und ein R' von 0,4 mV; die s-Zacke erreicht gerade 0,3 mV. Der Beginn der GNB liegt bei 0,08 sec.

In Ableitung V_{3r} überragt die R-Zacke mit 0,4 mV immer noch die s-Zacke, die 0,3 mV beträgt. In V_5 findet sich ein R von 1,2 mV und ein s von 0,2 mV.

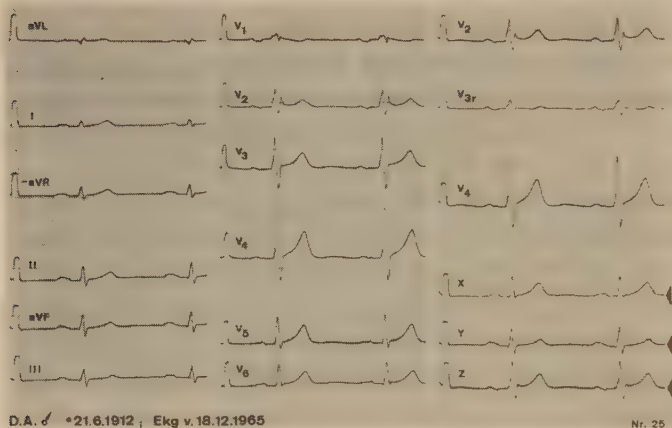


Abb. 15

In den orthogonalen Ableitungen ist die Amplitude von R in allen drei Ableitungen größer als die von S. In X beträgt R 0,8 mV bei einem s von 0,05 mV, in Y erreicht R 0,7 mV und überragt damit die S-Zacke um 0,4 mV. In der sagittalen Ableitung beträgt die Amplitude von R 1,2 mV und das Verhältnis von R zu S 2,4. X ähnelt sehr stark der Ableitung V_6 , Y ist fast identisch mit aVF; das r' der Ableitung V_2 ist

in Z allerdings nur angedeutet, doch ist es vorhanden. Der räumliche Vektor des Kammerkomplexes erreicht $24,9 \mu\text{Vsec}$, hat die Winkel $\alpha_F 33^\circ$, $\beta 57,5^\circ$ und $\gamma 21,5^\circ$. Er zeigt damit in den linken vorderen unteren Oktanten. Die biphasische P-Zacke ist in V_1 und Z deutlich erkennbar.

Die Abbildung 16 gibt das Elektrokardiogramm einer 35-jährigen Patientin wieder, die an einer Mitralstenose litt. Es wurde einen Monat nach der Operation geschrieben (Pat. Nr. 16).

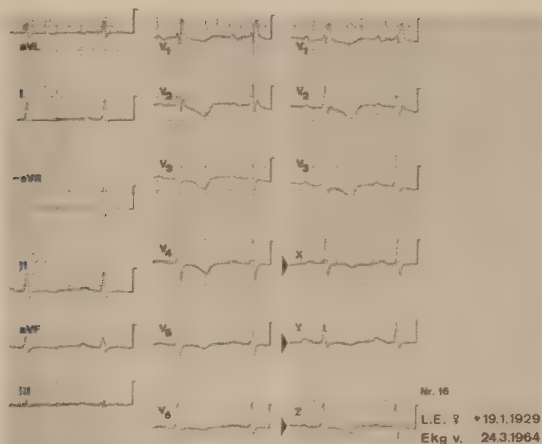


Abb. 16

Vor der Operation bestand im rechten Ventrikel ein systolischer Druck von 60 mmHg.

Die Abbildung 17 zeigt das Ekg derselben Patientin fünf Monate postoperativ (Pat. Nr. 16a).

Der Flächenvektor des QRS-Komplexes lag in den Ex-

tremitätenableitungen einen Monat nach der Operation bei $\alpha_J 38^\circ$, fünf Monate nach der Operation lag er bei $\alpha_J 8^\circ$.

In orthogonalen Ekg fand sich in der Frontalebene einen Monat postoperativ ein dem Vektor des Kammerkomplexes zugehöriges α_F von 56° und fünf Monate nach der Operation ein Winkel α_F von 14° .

Da durch die niedrigen Amplituden die Bestimmung der Flächen von QRS in III nicht exakt möglich ist, wurden für die Konstruktion des QRS-Vektors in den Extremitätenableitungen hier ausnahmsweise I und II verwendet.

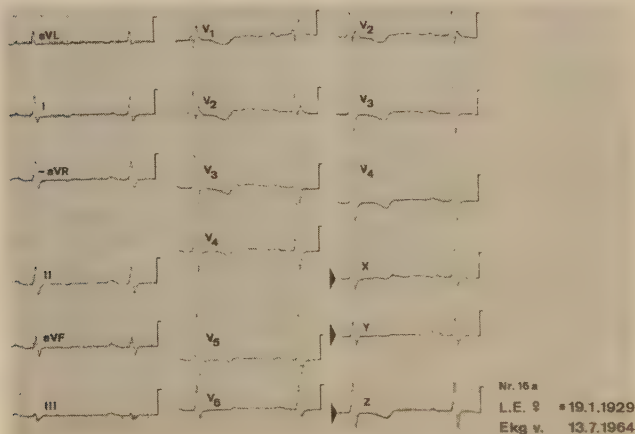


Abb. 17

In V_1 ist sowohl in Abb. 16 als auch in Abb. 17 ein R' vorhanden, das das vorausgehende r um mehr als das Doppelte überragt. Die S-Zacke ist in beiden Abbildungen kleiner als R' , wobei das Verhältnis von

R' zu S im ersteren Fall 2,3 und im letzteren 1,8 beträgt.

In V_2 findet sich beide Male ein QRS-Komplex von Rsr'. Eine deutliche Änderung der einzelnen Amplituden ist im Verlauf der Genesung noch nicht festzustellen. In V_5 nimmt die Amplitude von R etwas zu, der Quotient R/S beträgt einen Monat nach der Operation 2,6 und erreicht nach fünf Monaten 3,4.

In den orthogonalen Ableitungen sind leichte Veränderungen in den einzelnen Amplituden zu beobachten. Einen Monat postoperativ findet sich in X eine R-Zacke von 1,15 mV und ein Quotient R/S von 2,3.

Fünf Monate nach der Operation erreicht R ebenfalls 1,15 mV, doch ist S etwas kleiner geworden. Der Quotient R/S beträgt jetzt 2,6.

In Y hat die S-Zacke leicht zugenommen, und die R-Zacke ist etwas kleiner geworden. In Z findet sich einen Monat nach der Operation ein R von 0,8 mV und ein Quotient R/S von 2 ; fünf Monate nach der Operation beträgt die Amplitude von R 1,2 mV und der Quotient R/S 2,9.

Der räumliche Vektor des QRS-Komplexes beträgt einen Monat postoperativ $18 \mu\text{Vsec}$ und hat die Winkel $\alpha_F 56^\circ$, $\beta 53,5^\circ$ und $\gamma 46^\circ$. Im fünften postoperativen Monat ist der Vektor leicht kleiner geworden, er beträgt nun $15 \mu\text{Vsec}$. Seine Winkel sind jetzt: $\alpha_F 14^\circ$, $\beta 47^\circ$ und $\gamma 12^\circ$.

Zeigte der räumliche Vektor von QRS zuerst ziemlich steil in den linken vorderen unteren Oktanten, so weist er fünf Monate nach dem Eingriff zwar immer noch in den gleichen Oktanten, doch hat er sich aufgerichtet und liegt jetzt wesentlich näher an der Horizontalebene.

ZUSAMMENFASSEND

ergeben sich für die Gruppe B, in der Elektro-kardiogramme besprochen wurden, in denen die Zeichen für RVH überwogen, wo sich aber auch Zeichen für eine begleitende LVH fanden, unter anderem folgende Merkmale:

Mittelwerte ($\bar{x}$) und deren Standardabweichungen (s) von R und dem Verhältnis von R zu S :

	R		R/S	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
X	0,96 mV	0,66	2,72	3,83
Y	0,97 mV	0,41	6,94	6,75
Z	0,69 mV	0,40	2,00	3,18

Die R-Zacken sind in dieser Gruppe zwar in allen drei orthogonalen Ableitungen kleiner gegenüber der Gruppe A, in der alle über 1 mV waren. Sie sind allerdings in allen Ableitungen größer als die S-Zacken, wie aus dem Verhältnis R/S ersichtlich ist.

Auch in diesem Patientenkollektiv hat R in Y den größten Ausschlag und das niedrigste S, doch erreicht die R-Zacke in der Horizontalableitung im Mittel beinahe die gleiche Höhe. In der sagittalen Ableitung ist der Mittelwert von S gerade halb so groß wie der von R.

Mittlere Länge ($\bar{x}$) des QRS-Vektors und des Ventrikelgradienten in der Frontalebene :

	nach Einthoven		nach McFee	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
QRS-Vektor	10,3	4,9	17,0	7,9
Ventrikelgradient	21,8	14,0	36,7	19,5

Der QRS-Vektor ist bei beiden Ableitungssystemen kleiner geworden; nicht so ausgeprägt ist die Änderung des Ventrikelgradienten, doch hat auch seine Größe abgenommen. Bei all diesen statistischen Änderungen muß allerdings die relativ geringe Anzahl der Fälle und die dementsprechend große Standardabweichung berücksichtigt werden.

Mittlere Länge des QRS-Vektors und des Ventrikelgradienten im Raum :

	$\bar{x}$	s
QRS-Vektor	29,2	15,4
Ventrikelgradient	48,3	28,8

Beide Vektoren sind gegenüber der Gruppe A kleiner geworden.

Die Winkel für die QRS-Summationsvektoren in den drei Ebenen des Raumes betragen :

nach Einthoven	nach McFee
alpha _J 83°	alpha _F 85°
beta -69°	
gamma 107°	

Auch in dieser Gruppe stimmen die Winkel alpha auffallend gut überein. Der mittlere QRS-Vektor der in diesem Abschnitt besprochenen Elektrokardiogramme zeigt in den linken hinteren unteren Oktanten.

Die räumlichen QRS-Vektoren liegen im :

rechten vorderen unteren Oktanten	rechten hinteren unteren Oktanten	linken vorderen unteren Oktanten	linken hinteren unteren Oktanten	rechten hinteren oberen Oktanten
2 mal	3 mal	4 mal	4 mal	2 mal

GRUPPE C

PATIENTEN MIT ÜBERWIEGENDER LINKSVENTRIKULÄRER
HYPERTROPHIE UND BEGLEITENDER RECHTSVENTRIKULÄRER
HYPERTROPHIE.

In dieser Gruppe fassen wir die Patienten Nr. 29
bis Nr. 38 zusammen. Bei ihnen finden sich im Ekg
wohl noch Zeichen für RVH, doch überwiegen jene
für LVH.

Hier sollen nur noch die Kurven von zwei Patienten
besprochen werden.

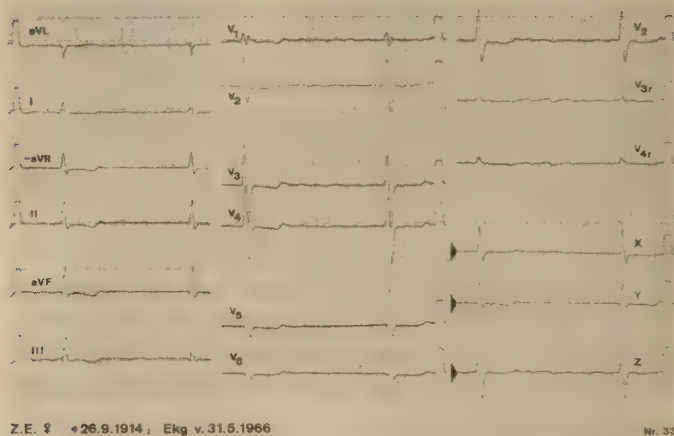


Abb. 18

Abbildung 18 gibt das Ekg einer 52-jährigen Patientin wieder, bei der eine Mitralstenose festgestellt worden war (Pat. Nr. 33). Im rechten Ventrikel konnte ein systolischer Druck von 40 mmHg gemessen werden.

In V_1 und V_{3r} wurde ein Quotient von R/S über 1 ermittelt. Sogar in V_{4r} findet sich noch ein deutlich ausgeprägtes r ohne nachfolgende S-Zacke. In den Extremitätenableitungen sind außer in aVL überall kräftig ausgebildete R-Zacken vorhanden. Der QRS - Vektor zeigt bei einem Winkel α_F von $84,5^\circ$ in den linken unteren Quadranten.

In den Brustwandableitungen sind die Amplituden des QRS-Komplexes etwas wechselnd, doch findet sich bereits in V_1 ein kleines s, das bis V_3 zunimmt und weiter linkspräkordial sich wieder verliert. R hat in V_5 seine größte Amplitude mit 1,65 mV. Die ST-Strecke ist von V_2 - V_5 absteigend gesenkt. Außerdem findet sich ein besonders rechtspräkordial sehr gut zu sehendes Vorhofflattern.

In den orthogonalen Ableitungen sind die Vorhofaktionen in der Z-Achse gut ausgebildet, doch auch in der horizontalen und vertikalen Richtung sind die Flutterwellen zu sehen. Die in den Extremitäten- und Brustwandableitungen angedeutete Senkung der ST-Strecke fehlt in X und Z völlig. Die vertikale Ableitung zeigt im übrigen den gleichen Kurvenverlauf wie aVF. Die Kurve von X ist mit V_5 und V_6 fast identisch.

Z gleicht dagegen bis auf die weniger ausgeprägten ST-Veränderungen den Kurven in V_2 und V_3 . Sowohl in X als auch in Y ist der QRS-Komplex beinahe rein positiv; in Z findet sich ein S von 1,1 mV, doch ist R auch hier höher als S.

Der räumliche QRS-Vektor erreicht eine Länge von 23,1 μ Vsec und zeigt bei einem Winkel α_F von 58° , β von 21° und γ von 77° in den linken vorderen unteren Oktanten.

Mit Abbildung 19 sei noch ein letztes Ekg wiedergegeben. Es stammt von einer 48-jährigen Patientin mit Mitralstenose und zusätzlicher Aorteninsuffizienz (Pat. Nr. 38).

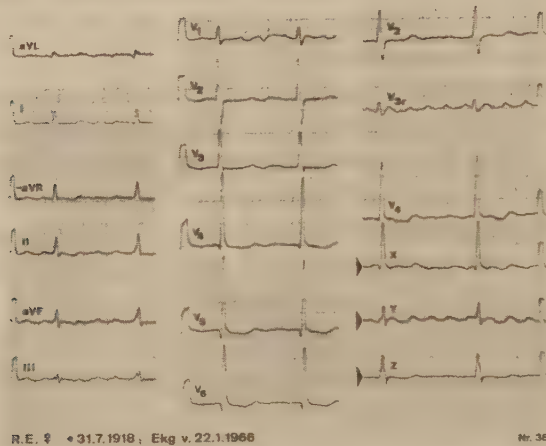


Abb. 19

In den Extremitätenableitungen zeigt der Hauptvektor des Kammerkomplexes in Richtung II, α_J beträgt für QRS 51° .

In V_1 überragt R die S-Zacke in einzelnen Kammerkomplexen, die in ihrer Ausbildung jedoch wechselnd sind. In V_2 ist das S tiefer geworden, die R-Amplitude wechselt wieder in den einzelnen Komplexen. Die S-Zacke hat sich in V_3 bereits verloren, die R-Zacke erreicht in V_5 3 mV und selbst in V_6 beträgt sie noch 2,5 mV.

In X ist die Amplitude von R nicht so groß wie linkspräkordial in den Brustwandableitungen, doch überragt sie die R-Zacken von Y und Z; eine S-Zacke fehlt. Y ist mit aVF fast identisch. In Z sehen wir eine

R-Zacke von 1 mV, die s-Zacke ist sehr spitz und schmal und erreicht gerade 0,3 mV.

Der räumliche QRS-Vektor liegt mit den Winkeln α_F von 19° , β von 32° und γ von 29° noch im linken vorderen unteren Oktanten, doch hat er sich sehr stark der Horizontalen genähert.

Vergleicht man die orthogonalen Ableitungen von diesem Ekg mit jenem von Patient Nr. 1 (Abb. 5), so ist die Wandlung von X sehr auffallend: während in den meisten Elektrokardiogrammen der Gruppe A tiefe S-Zacken vorhanden sind -als Ausdruck der Verschiebung des Muskelmassenverhältnisses der beiden Herzkammern nach rechts- fehlen sie in den Kurven der Gruppe C völlig oder sind nur schwach ausgebildet. Die Tiefe der S-Zacke in X dürfte also wohl ein Hinweis für den Grad der RVH in Relation zur linken Kammer sein. Je tiefer das S, umso ausgeprägter ist die Hypertrophie der rechten Kammer im Verhältnis zu der der linken Kammer.

In Ableitung Z dagegen findet sich in beiden Fällen eine R zu S Relation, die größer ist als zwei, d.h., der Vektor ist entgegen einem normalen Ekg deutlich nach vorn gerichtet, in Fall 1 nach rechts vorn, in Fall 38 nach links vorn.

Z U S A M M E N F A S S E N D

ergeben sich für die Gruppe C als Besonderheiten unter anderem:

Mittelwerte ($\bar{x}$) und deren Standardabweichung (s) von R und dem Verhältnis von R zu S :

	R		R/S	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
X	1,41 mV	0,47	5,36	4,09
Y	1,02 mV	0,58	3,91	2,93
Z	0,80 mV	0,39	2,10	1,94

Die R-Zacke überragt selbst in dieser Gruppe im Mittel überall die S-Zacke. Dabei ist das Verhältnis von R zu S in Ableitung X deutlich angestiegen, in Y dagegen hat es gegenüber den Gruppen A und B abgenommen und in Z hat es gegenüber der Gruppe A abgenommen und ist mit der Gruppe B gleichgeblieben. In den meisten Ableitungen überragt die R-Zacke, wie auch in den anderen Gruppen, die S-Zacke.

Mittlere Länge ($\bar{x}$) des QRS-Vektors und des Ventrikelgradienten in der Frontalebene :

	nach Einthoven		nach McFee	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
QRS-Vektor	19,7	10,7	30,9	16,9
Ventrikelgradient	26,3	13,4	41,9	33,1

Hier zeigt sich keine typische Änderung, die Werte liegen denen der Gruppe A näher als jenen der Gruppe B.

Mittlere Länge des QRS-Vektors und des Ventrikelgradienten im Raum :

	$\bar{x}$	s
QRS-Vektor	38,8	18,5
Ventrikelgradient	61,1	41,7

Auch diese Werte liegen näher bei denen der Gruppe A als denen der Gruppe B.

Die Winkel für die QRS-Summationsvektoren in den drei Ebenen des Raumes betragen :

nach Einthoven		nach McFee
alpha _J 51°		alpha _F 30°
	beta -2°	
	gamma 97°	

Die Winkel alpha differieren hier um 21°, während sie bei den beiden anderen Gruppen fast identisch waren. Der mittlere QRS-Vektor liegt für die Gruppe C im linken hinteren unteren Oktanten.

Der QRS-Vektor weist in den :

linken vorderen unteren Oktanten	linken hinteren unteren Oktanten	linken hinteren oberen Oktanten
---	---	--

5 mal

3 mal

2 mal

V. Vergleich des orthogonalen Elektrokardiogramms
mit den Ableitungen nach Einthoven, Goldberger
und den Brustwandableitungen.

In den Abbildungen 20, 21 und 22 trugen wir die Amplituden von R und S für jeden Patienten auf und zwar jeweils von den Ableitungen, die sich optisch häufig glichen.

Da die Patienten so geordnet sind, daß die RVH im Ekg fortschreitend abnimmt, ist es nicht verwunderlich, daß die Amplitude von S in V_5 und V_6 von Gruppe A nach Gruppe C kontinuierlich kleiner wird. Es fällt aber auf, daß dies in der Ableitung X in gleicher Weise der Fall ist. Die Amplituden von R gehen nicht so parallel wie jene von S, doch sind die Differenzen nicht sehr ausgeprägt.

Aus Abb. 21 ist zu ersehen, daß der QRS-Komplex von Y praktisch identisch ist mit jenem von II und aVF. Während die S-Zacke keine großen Schwankungen aufweist, nimmt die Amplitude von R fortschreitend ab.

In Abb. 22 werden die QRS-Komplexe von Z, V_2 und V_3 verglichen. Die R-Amplituden verlaufen dabei völlig parallel; die Amplituden von S streuen dagegen sehr stark, wobei sie in Z zumeist deutlich kleiner sind als in V_2 und V_3 .

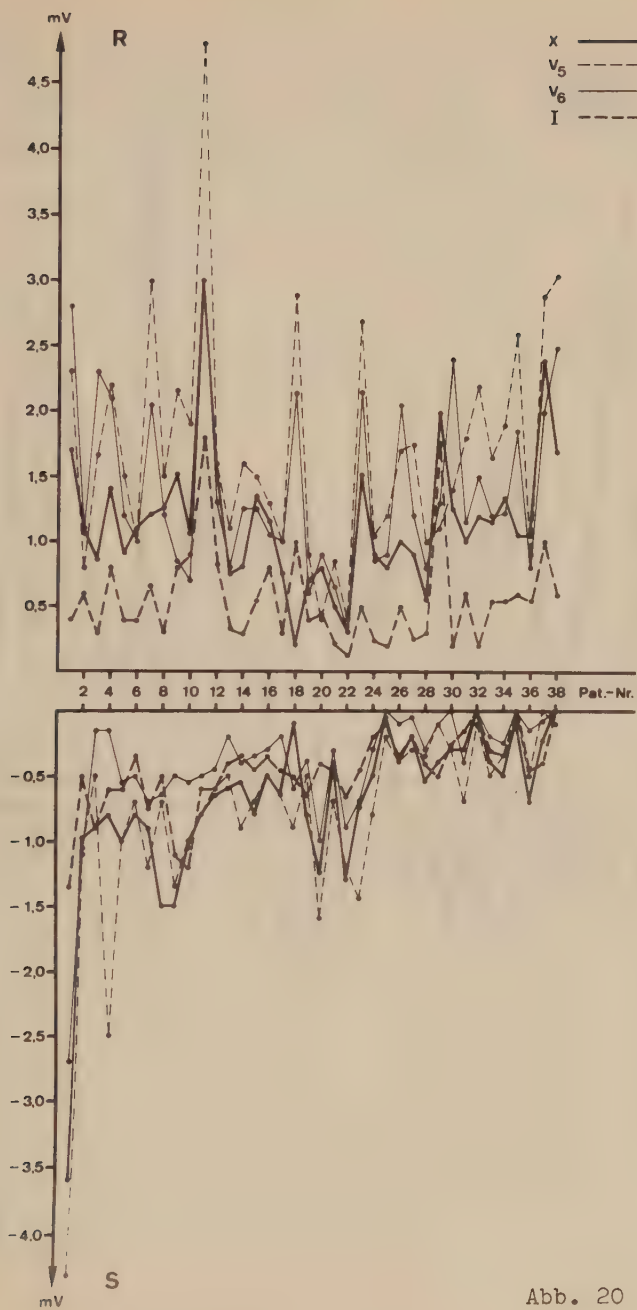


Abb. 20

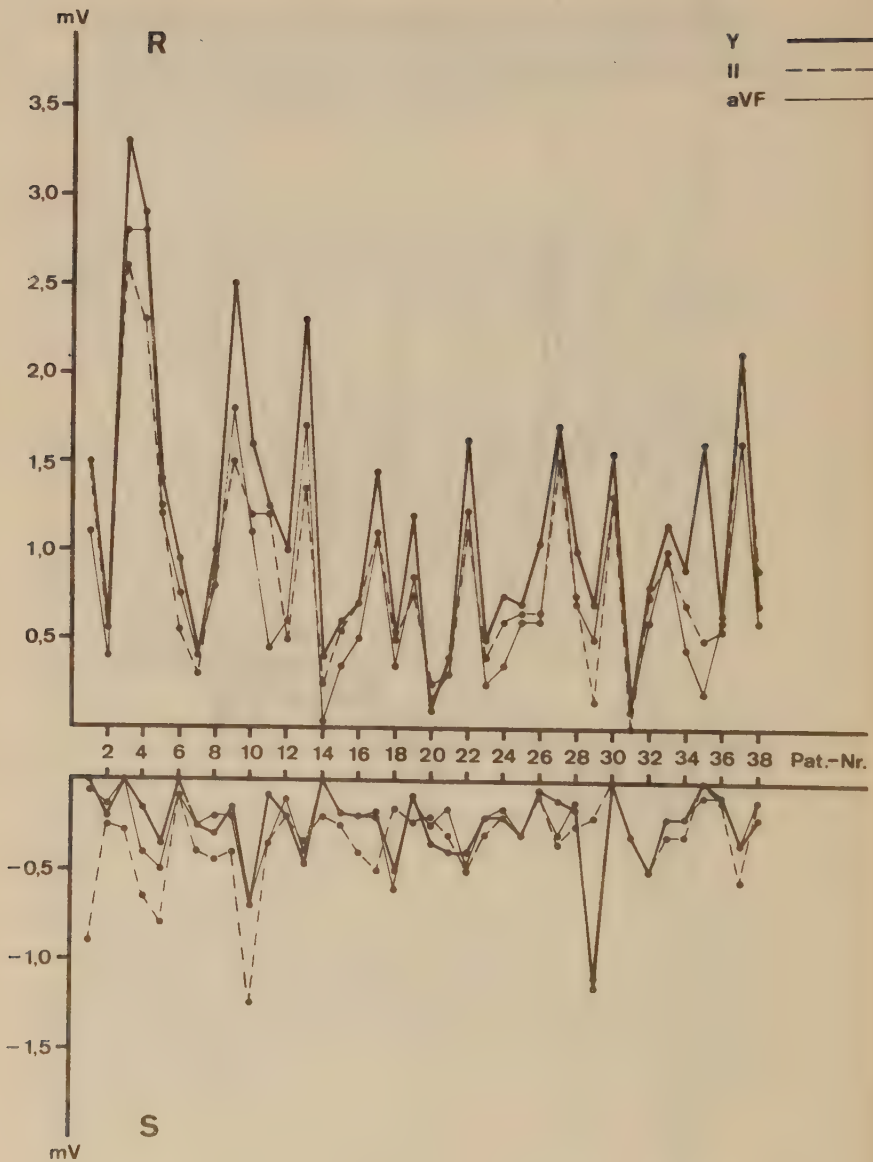


Abb. 21

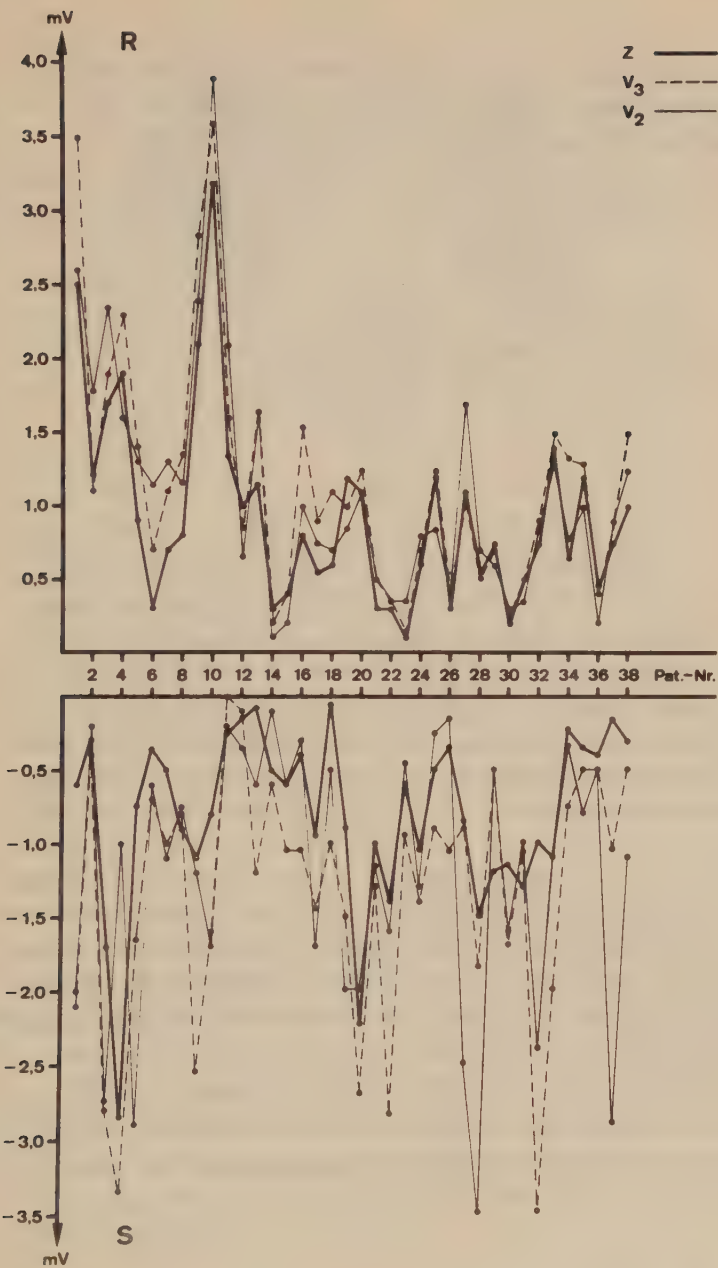


Abb. 22

Für R und den Quotienten R/S ergeben sich bei den 38 untersuchten Elektrokardiogrammen folgende Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) :

	R		R/S	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
V ₁	0,85 mV	0,76	3,0	4,37
Z	0,95 mV	0,65	2,42	3,36
V ₂	1,09 mV	0,78	1,55	2,12
Y	1,15 mV	0,73	6,08	5,95
V ₅	1,71 mV	0,87	3,27	3,89
X	1,15 mV	0,53	2,74	3,45

Die mittlere R-Amplitude ist damit in V₅ am höchsten, in X und Y gleich hoch, doch unterscheiden sich hier die S-Zacken sehr deutlich; sie sind in Y weit weniger ausgeprägt als in den anderen Ableitungen. Auf die kontinuierliche Zunahme des Verhältnisses von R zu S in der Ableitung X bei abnehmender RVH wurde bereits hingewiesen.

Für den QRS-Vektor findet sich in der Frontalebene nach den orthogonalen Ableitungen ein Mittelwert von 27 μ Vsec, nach den Extremitätenableitungen ist er kleiner und beträgt 17 μ Vsec. Der Ventrikelgradient erreicht im Mittel 40 μ Vsec, wenn er aus X und Y konstruiert wird und 25 μ Vsec bei der Konstruktion aus I - III.

Der Mittelwert des räumlichen Vektors von QRS beträgt 37 μ Vsec und jener des Ventrikelgradienten 56 μ Vsec.

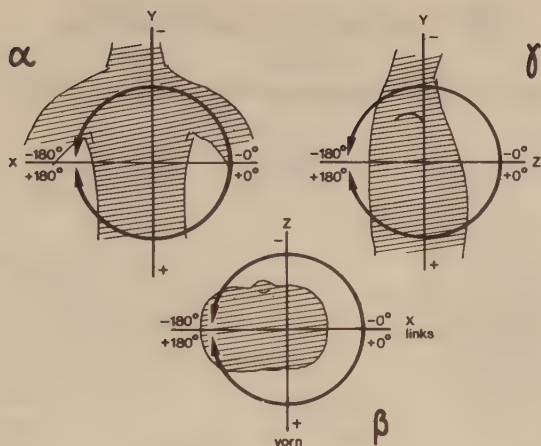


Abbildung 23 zeigt Lage und Gradeinteilung der Winkel alpha, beta und gamma in den drei Körperebenen.

Wie aus den Abbildungen 24 und 25 zu ersehen, schwanken die Größen der Vektoren in allen Ebenen stark. Um die Lage des jeweiligen Summationsvektors zu finden, addierten wir die einzelnen Vektoren. Die Winkel des Summationsvektors sind in den Abb. 24 und 25 eingetragen. Sowohl bei Konstruktion aus den Extremitäten- als auch aus den orthogonalen Ableitungen liegt der Summationsvektor in der Frontalebene annähernd an der gleichen Stelle, lediglich bei Gruppe C ist der Winkel α_F um 21° kleiner als α_J , doch liegen die Summationsvektoren auch hier im gleichen Quadranten. Die Richtungsänderung der Vektoren je nach Schweregrad der Hypertrophie kommt in Abb. 24 sehr gut zum Ausdruck, wandert der Summationsvektor doch von 124° (121°) bei Gruppe A über 83° (85°) bis 51° (30°) nach links bei Gruppe C.

QRS-Vektoren und ihre Richtung in der Frontalebene

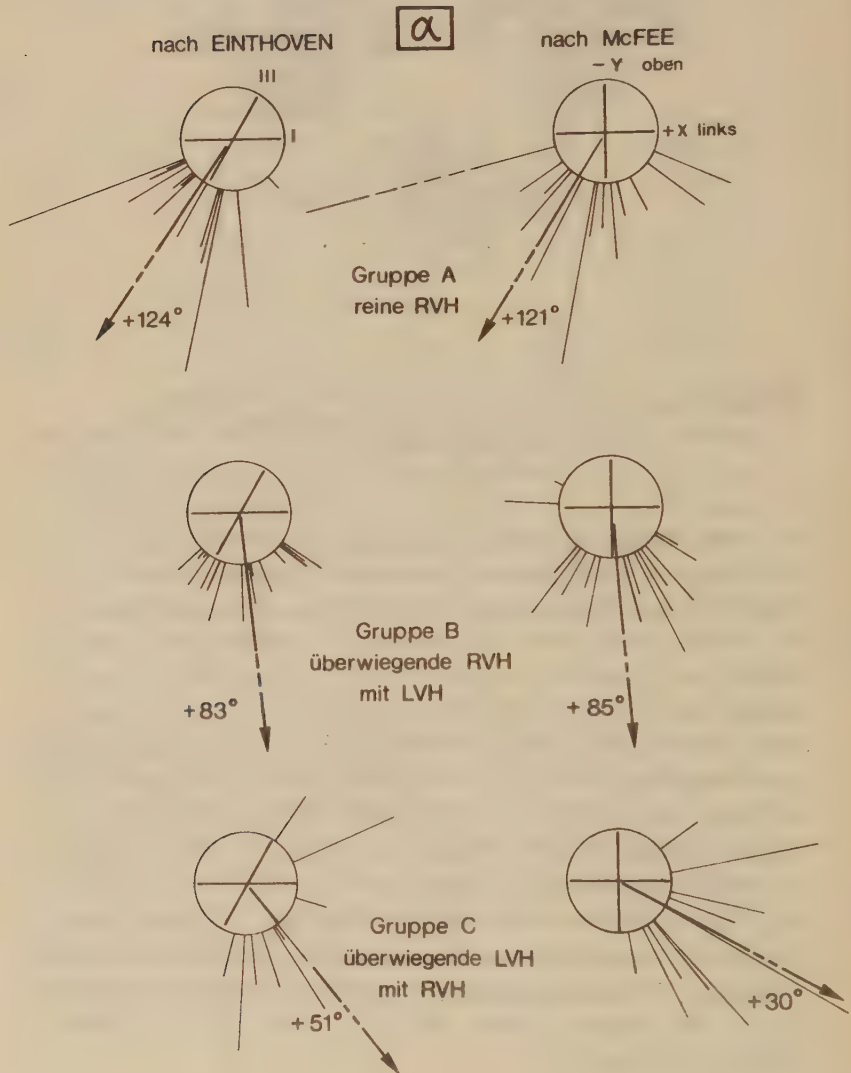


Abb. 24

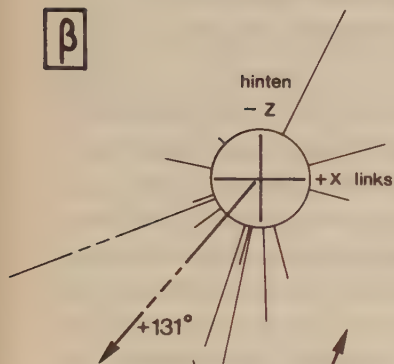
QRS-Vektoren und ihre Richtung in der

Horizontalebene

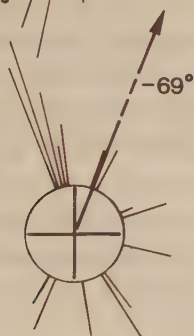
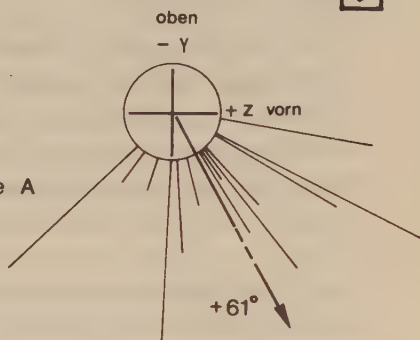
Sagittalebene

β

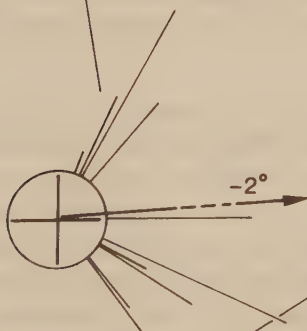
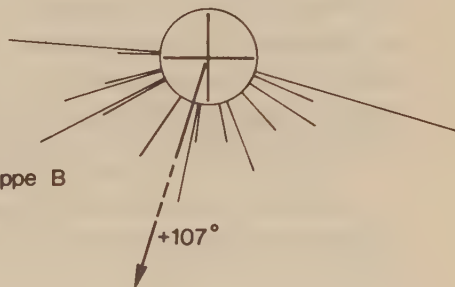
γ



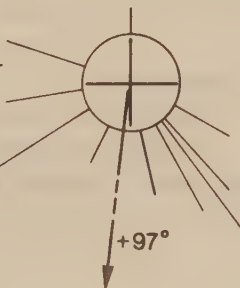
Gruppe A



Gruppe B



Gruppe C



Die größte Streuung findet sich bei Winkel beta in der Horizontalebene, doch ist auch hier eine deutliche Richtungstendenz zu beobachten, denn in Gruppe C liegen alle Vektoren der Horizontalebene in der linken Thoraxseite.

In der Sagittalebene wandert der Summationsvektor mit abnehmender RVH vom vorderen in den hinteren unteren Quadranten. In der Gruppe A liegt die Mehrzahl der Vektoren im vorderen, in Gruppe B im hinteren Quadranten. Nur vier Vektoren weisen in einen oberen Quadranten bei all den untersuchten Elektrokardiogrammen.

Die Übereinstimmung der Winkel in der Frontalebene ist überraschend. Damit dürfte gezeigt sein, daß die orthogonalen Ableitungen die Extremitätenableitungen zumindest bei unserer Fragestellung sehr wohl ersetzen können.

Daß die Brustwandableitungen keine wesentlich andere Information enthalten als die drei orthogonalen, erscheint uns durch die in dieser Arbeit vorgelegten Ergebnisse ebenfalls genügend belegt.

VI. Schlußbemerkungen

In dieser Arbeit verglichen wir die Extremitäten- und Brustwandableitungen mit den orthogonalen Ableitungen nach M c F e e . Dies geschah bei Elektrokardiogrammen, die typische Veränderungen für rechtsventrikuläre Hypertrophie boten.

Immer wieder konnte festgestellt werden, daß die vertikale Ableitung (Y) des orthogonalen Ekg mit den Ableitungen aVF, II und III übereinstimmte oder zumindest diesen Kurven sehr ähnlich war.

Die horizontale Ableitung (X) glich in den meisten Fällen den Ekg-Kurven von V_5 und V_6 und -mit größerer Amplitude- besonders der Ableitung I.

In der sagittalen Achse (Z) konnten häufig Kurven wie in V_2 und V_3 registriert werden. Zu ähnlichen Ergebnissen waren bereits J.A. K ö h l e r und Mitarbeiter gekommen.

Soweit es das zu untersuchende Thema betraf, konnte festgestellt werden, daß die orthogonalen Ableitungen allein alle wesentlichen Informationen enthielten, die in den zwölf Standard-Ableitungen vorhanden sind.

In allen drei orthogonalen Ableitungen war der positive Ausschlag im Durchschnitt stets höher als der negative und lag um oder über 1 mV.

In Ableitung X nahm die Tiefe von S mit abnehmender Hypertrophie ebenfalls ab, und damit stieg der Quotient R/S an. In der vertikalen Ableitung (Y) nahm die Amplitude von S mit abnehmender Rechtshypertrophie zu. Auch in Ableitung Z wurde S tiefer mit

abnehmender Ausprägung der Hypertrophie.

Die Größe des QRS-Vektors und des Ventrikelgradienten zeigte kein typisches Verhalten, sondern war sehr variabel.

Die Veränderungen der P-Zacken kamen besonders in der Ableitung Z besser als in allen Extremitätenableitungen und ebenso gut wie in V_1 oder V_2 zur Darstellung.

Die Richtung des QRS-Vektors in der Frontalebene wechselte mit abnehmender rechtsventrikulärer Hypertrophie vom rechten unteren in den linken unteren Quadranten. Die Übereinstimmung der Richtung der Vektoren bei Konstruktion sowohl aus den Extremitäten- als auch aus den orthogonalen Ableitungen war verblüffend.

In der Horizontalebene war die Streuung der Winkel sehr groß, doch lagen sie bei abnehmender RVH zunehmend auf der linken Körperseite. In der sagittalen Ebene wanderten die Vektoren des Kammerkomplexes mit abnehmender RVH vom vorderen unteren in den hinteren unteren Oktanten.

Bei der elektrokardiographischen Verlaufskontrolle einiger Patienten hatten wir den Eindruck, daß die sich ändernde Hämodynamik in den drei orthogonalen Ableitungen eher und deutlicher sichtbar wurde als in den zwölf konventionellen Ableitungen.

Ebenso wie die Autoren A b e l , L e m m e r z , P i p b e r g e r u.a. konnten wir feststellen, daß die drei orthogonalen Ableitungen wenigstens genauso aussagefähig sind wie die zwölf Standard-Ableitungen. Sie haben außerdem den Vorteil, daß die Lage

der elektrischen Herzachse durch sie wesentlich exakter festgestellt werden kann. Es erscheint uns ferner von Bedeutung, daß hier mit drei Kurven die gleichen Aussagen und sogar noch zusätzliche gemacht werden können, wie sie sonst nur durch sechs bzw. zwölf Kurven zu erhalten sind. Diese Tatsache gewinnt mit der beginnenden elektronischen Analyse des Elektrokardiogramms sicher an Aktualität.

Nach unseren Ergebnissen erscheint uns die Annahme berechtigt, daß die bisherigen Standardableitungen durch die drei korrigierten orthogonalen Ableitungen voll ersetzt werden können.

VII. T a b e l l e n 4 - 8

QRS - KOMPLEX

Nr.	N.	J.	m	I		II		III		- aVR		aVP	
				sec	qrs	sec	qrs	sec	R	sec	RS	sec	qrs
1	BC	20	m	0,12	qrs	0,10	qrs	0,12	R	0,11	RS	0,13	Rsr'
2	SL	29	w	0,11	RS	0,12	qrsr's'	0,10	qR	0,10	Rs	0,11	qrsr's'
3	AA	35	w	0,08	rs	0,08	qrs	0,08	qR	0,08	Rs	0,07	qR
4	BI	18	w	0,08	RS	0,10	RS	0,11	qrs	0,09	RS	0,10	qrs
5	KA	18	w	0,10	qrs	0,10	qrs	0,09	Rsr'	0,10	qrs	0,08	RS
6	PK	42	w	0,10	rs	0,10	Rs	0,13	rsR's'	0,09	Rs	0,11	Rs
7	HA	19	m	0,10	RS	0,11	rs	0,10	rsR's'	0,10	rs	0,10	rsr's'
8	SH	57	m	0,07	rs	0,09	qrs	0,08	qR	0,09	qrs	0,10	qrs
9	PV	16	w	0,07	RS	0,07	qrs	0,07	qrs	0,05	RS	0,06	qrs
10	PM	16	m	0,11	qrs	0,09	qrs	0,09	qrs	0,10	qrs	0,09	qrs
11	SR	21	m	0,14	qrs	0,12	qrs	0,13	rsr'	0,12	qrs	0,11	Rsr'
12	PJ	41	m	0,12	RS	0,12	qrs	0,09	qR	0,10	Rs	0,10	Rs
13	GA	33	w	0,08	rs	0,09	qrs	0,09	qrs	0,08	Rs	0,08	qrs
14	SR	63	w	0,08	rs	0,06	rs	0,08	rs	0,08	rs	0,08	r
15	GJ	54	w	0,08	qrs	0,11	qrs	0,11	qrsr's'	0,10	Rs	0,12	qrs
16	LE	35	w	0,08	Rs	0,08	Rs	0,07	rsr's'	0,08	Rs	0,08	Rs
17	SU	19	w	0,08	rs	0,07	RS	0,06	qR	0,07	rs	0,08	qrs
18	ZG	41	m	0,10	RS	0,10	Rs	0,09	rsr'	0,10	Rs	0,10	rsr's'
19	MG	26	m	0,09	qrs	0,10	qrs	0,08	qR	0,09	qrs	0,10	qrs
20	CM	55	w	0,09	qrs	0,11	rsr'	0,11	rsr'	0,08	rs	0,08	rsr'
21	GG	58	m	0,07	rs	0,08	rs	0,06	qR	0,07	rs	0,07	qrs
22	PM	75	w	0,07	rs	0,08	qrs	0,07	Rs	0,07	Rs	0,08	qrs

Tab. 4a

QRS - KOMPLEX (Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	m	I		II		III		- aVR		aVF	
				sec	RS	sec	rs	sec	qRs	sec	Rs	sec	rs
23	SK	38	m	0,10	RS	0,10	rs	0,09	qRs	0,10	Rs	0,09	rs
24	DJ	63	m	0,11	rs	0,12	qRs	0,08	qRs	0,11	qrs	0,11	qrs
25	DA	53	m	0,07	rs	0,09	qRs	0,09	qrs	0,07	rs	0,08	qRs
26	WI	25	w	0,08	Rs	0,10	qRs	0,07	qR	0,07	Rs	0,08	qRs
27	TT	15	m	0,08	qrs	0,10	qRs	0,10	qRs	0,10	qRs	0,09	qRs
28	WW	19	m	0,10	rs	0,09	Rs	0,08	qR	0,09	Rs	0,10	qRs
29	HB	27	w	0,11	qRS	0,10	rsr'	0,13	rsR's'	0,11	Rs	0,11	rsR'
30	RK	34	w	0,07	rs	0,07	qR	0,08	qR	0,07	Rs	0,08	qR
31	ZJ	51	w	0,10	qRs	0,06	qs	0,11	rs	0,09	qrs	0,11	rs
32	LG	36	m	0,06	qr	0,09	qRS	0,08	rs	0,09	qrs	0,08	RS
33	ZE	52	w	0,10	Rs	0,09	qRs	0,09	qRs	0,08	Rs	0,10	qRs
34	SE	48	w	0,09	qRs	0,10	Rs	0,10	Rs	0,10	Rs	0,11	Rs
35	MA	36	w	0,06	R	0,07	qR	0,08	qs	0,06	R	0,08	qrs
36	FE	31	w	0,08	RS	0,08	Rs	0,07	qR	0,08	Rs	0,09	qRs
37	ER	25	m	0,10	qRs	0,13	qRS	0,11	qRs	0,10	qRS	0,11	qRs
38	RE	48	w	0,06	qR	0,08	Rs	0,07	rs	0,07	Rs	0,08	Rs
3a	AA	35	w	0,08	rs	0,09	qRs	0,08	qR	0,07	Rs	0,07	qR
3b	AA	37	w	0,08	rs	0,09	qRs	0,08	qR	0,08	Rs	0,07	qR
7a	HA	19	m	0,09	RS	0,10	Rs	0,11	rsR's'	0,09	Rs	0,10	rsr's'
7b	HA	19	m	0,09	RS	0,10	Rs	0,08	QR	0,09	RS	0,08	qRs
11a	SR	23	m	0,14	qRS	0,13	qRs	0,14	rsr'	0,13	qRs	0,07	Rs
16a	LE	35	w	0,08	Rs	0,08	Rs	0,07	rs	0,08	Rs	0,08	rs

Tab. 4a

QRS - KOMPLEX (Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	m	V _{3r}		V ₁		V ₂		V ₃		V ₅		V ₆	
				sec		sec		sec		sec		sec		sec	
1	BC	20	m	-	-	0,15	Re	0,13	RS	0,12	RS	0,12	QRS	0,12	QRS
2	SL	29	w	0,10	qr	0,10	QR	0,11	rer's'	0,11	rer'	0,11	RS	0,12	RS
3	AA	35	w	-	-	0,06	R	0,10	RS	0,09	RS	0,08	QRS	0,07	QRS
4	BI	18	w	0,10	QR	0,11	qrer'	0,08	QRS	0,10	QRS	0,09	RS	0,10	Re
5	KA	18	w	0,10	R	0,10	Re	0,10	RS	0,09	RS	0,08	RS	0,10	QRS
6	PK	42	w	-	-	0,15	rer'	0,12	RS	0,12	RS	0,10	RS	0,10	RS
7	HA	19	m	-	-	0,09	QRs	0,12	RS	0,11	RS	0,10	RS	0,11	QRS
8	SH	57	m	-	-	0,10	QRs	0,09	RS	0,09	RS	0,10	QRS	0,11	QRS
9	PV	16	w	-	-	0,07	Re	0,07	RS	0,08	RS	0,06	RS	0,06	QRS
10	PM	16	m	-	-	0,11	R	0,10	RS	0,10	RS	0,09	QRS	0,09	QRS
11	SR	21	m	-	-	0,13	RSR'	0,12	rer'	0,10	R	0,12	QRS	0,12	QRS
12	PJ	41	m	-	-	0,12	rsR'	0,12	rer'	0,12	rer'	0,11	RS	0,13	QRS
13	GA	33	w	0,05	R	0,08	R	0,07	RSr'	0,07	RS	0,06	RS	0,07	Re
14	SR	63	w	0,08	qr	0,09	qr	0,07	rer'	0,10	rs	0,09	RS	0,09	Re
15	GJ	54	w	0,09	rer'	0,12	rer'	0,10	rs	0,11	rs	0,12	QRS	0,11	QRS
16	LE	35	w	-	-	0,10	rer'	0,09	rer'	0,08	RS	0,08	RS	0,08	Re
17	SU	19	w	-	-	0,07	qr	0,09	RS	0,09	RS	0,08	RS	0,07	Re
18	ZG	41	m	-	-	0,11	rer'	0,11	RS	0,10	RS	0,11	QRS	0,11	QRS
19	MG	26	m	0,10	Re	0,10	Re	0,10	RS	0,09	RS	0,09	QRS	0,10	QRS
20	OM	55	w	-	-	0,08	rsR'	0,10	RS	0,09	RS	0,08	rs	0,07	QRS
21	GG	58	m	0,08	rer'	0,08	rer'	0,09	RS	0,09	RS	0,07	RS	0,08	Re
22	PM	75	w	0,08	rs	0,07	rs	0,08	rs	0,07	rs	0,07	rs	0,07	rs

Tab. 4b

QRS - KOMPLEX (Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	m w	V _{3r}		V ₁		V ₂		V ₃		V ₅		V ₆	
				sec		sec		sec		sec		sec		sec	
23	SK	38	m	-	-	0,11	rSR'	0,11	rSR's'	0,12	rsr's'	0,11	RS	0,10	RS
24	DJ	63	m	0,10	rs	0,10	rSR'	0,10	RS	0,10	RS	0,10	QRS	0,11	QRS
25	DA	53	m	0,08	rs	0,09	rsr'	0,10	rsr'	0,08	RS	0,07	rs	0,06	R
26	WI	25	w	0,08	rsr'	0,08	rsr'	0,09	rs	0,08	rs	0,08	QRS	0,08	QRS
27	TT	15	m	-	-	0,08	RS	0,09	RS	0,08	RS	0,08	QRS	0,08	QRS
28	WW	19	m	0,10	rs	0,10	rSR's'	0,11	RS	0,11	RS	0,10	QRS	0,11	QRS
29	HB	27	w	0,12	rSR'	0,11	rSR'	0,11	rSR's'	0,11	rSR's'	0,11	RS	0,11	RS
30	RK	34	w	-	-	0,10	rSR'	0,10	rs	0,10	rs	0,07	rs	0,08	qR
31	ZJ	51	w	0,08	rs	0,11	rsr'	0,10	rs	0,09	RS	0,10	RS	0,11	RS
32	LG	36	m	0,09	RSr'	0,10	RSr'	0,09	RS	0,10	RS	0,09	qRsr'	0,08	qR
33	ZE	52	w	0,09	rs	0,08	rsr'	0,09	RS	0,10	RS	0,08	QRS	0,08	QRS
34	SE	48	w	-	-	0,10	rSR's'	0,09	rs	0,10	RS	0,09	QRS	0,10	QRS
35	MA	36	w	0,08	rs	0,10	RS	0,09	RS	0,09	RS	0,09	qR	0,09	qR
36	FE	31	w	-	-	0,08	rSR's'	0,10	rs	0,09	rs	0,08	RS	0,09	QRS
37	ER	25	m	-	-	0,12	RSr'	0,11	RS	0,10	RS	0,08	qR	0,11	QRS
38	RE	48	w	0,07	rs	0,07	RS	0,08	RS	0,07	RS	0,06	qR	0,08	qR
3a	AA	35	w	-	-	0,08	rs	0,09	RS	0,09	RS	0,08	RS	0,09	QRS
3b	AA	37	w	-	-	0,10	rsr'	0,09	RS	0,08	RS	0,09	QRS	0,08	QRS
7a	HA	19	m	0,09	rsr'	0,09	rsr'	0,10	rs	0,10	RS	0,09	RS	0,09	RS
7b	HA	19	m	0,09	rsr'	0,10	rsr'	0,11	rs	0,10	RS	0,09	RS	0,09	rs
11a	SR	23	m	0,15	RSr'	0,16	RSr'	0,16	rsr'	0,13	RR'	0,13	QRS	0,13	QRS
16a	LE	35	w	-	-	0,10	rsr'	0,09	rsr'	0,08	RS	0,08	RS	0,07	rs

Tab. 4b

QRS - KOMPLEX (Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	m w	X		Y		Z	
				sec	QRS	sec	RR'	sec	qRSR'
1	BC	20	m	0,13	qRS	0,13	RR'	0,16	qRSR'
2	SL	29	w	0,12	RS	0,11	qRS	0,11	RsR'
3	AA	35	w	0,08	RS	0,08	qRS	0,09	RS
4	BI	18	w	0,11	RS	0,07	Rs	0,08	RS
5	KA	18	w	0,10	qRS	0,10	RsR'	0,09	RS
6	PK	42	w	0,10	RS	0,10	R	0,12	rer's'
7	HA	19	m	0,11	RS	0,10	rer'	0,12	RS
8	SH	57	m	0,10	qRS	0,09	qRS	0,08	RS
9	PV	16	w	0,07	RS	0,07	QRsr'	0,07	RS
10	PM	16	m	0,09	qRS	0,08	qRS	0,08	RS
11	SR	21	m	0,13	QRS	0,12	qRSr'	0,13	RsR'
12	PJ	41	m	0,12	RS	0,12	Rs	0,12	rsR'
13	GA	33	w	0,07	RS	0,08	qRS	0,08	RsR'
14	SR	63	w	0,10	RS	0,08	r	0,10	rS
15	GJ	54	w	0,10	RS	0,12	qRS	0,11	rS
16	LE	35	w	0,08	RS	0,08	Rs	0,08	Rs
17	SU	19	w	0,07	RS	0,08	qRS	0,08	RS
18	ZG	41	m	0,10	QRsr'	0,11	rsR's'	0,11	Rs
19	MG	26	m	0,09	qRS	0,09	qRS	0,09	RS
20	CM	55	w	0,09	qRS	0,08	rer'	0,10	RS
21	GG	58	m	0,07	Rs	0,08	qRS	0,08	rS
22	PM	75	w	0,07	rS	0,09	qRS	0,08	rS

Tab. 4c

QRS - KOMPLEX (Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	X		Y		Z	
			m	sec	m	sec	m	sec
23	SK	38	m	0,10	RS	0,10	RS	0,11
24	DJ	63	m	0,10	QRS	0,10	QRS	0,10
25	DA	53	m	0,08	QRS	0,08	QRS	0,07
26	WI	25	w	0,08	QRS	0,08	QRS	0,09
27	TT	15	m	0,08	QRS	0,08	QRS	0,10
28	WW	19	m	0,09	RS	0,11	QRS	0,10
29	HB	27	w	0,11	RS	0,13	RSR'	0,09
30	RK	34	w	0,10	RS	0,09	QR	0,11
31	ZJ	51	w	0,11	QRS	0,10	RS	0,10
32	LG	36	m	0,08	QR	0,08	RS	0,08
33	ZE	52	w	0,09	RS	0,09	QRS	0,08
34	SE	48	w	0,10	QRS	0,09	RS	0,10
35	MA	36	w	0,09	RS	0,07	QR	0,08
36	FE	31	w	0,08	RS	0,10	QRS	0,09
37	ER	25	m	0,10	QRS	0,11	QRS	0,09
38	RE	48	w	0,08	QR	0,07	RS	0,07
3a	AA	35	w	0,07	RS	0,08	QR	0,09
3b	AA	37	w	-	-	-	-	-
7a	HA	19	m	0,10	RS	0,10	RS	0,10
7b	HA	19	m	0,10	RS	0,10	QRS	0,09
11a	SR	23	m	0,14	QRS	0,12	QR	0,13
16a	LE	35	w	0,09	RS	0,08	RS	0,08

Tab. 4c

FLÄCHEN VON QRS UND ST-T IN μVsec

Nr.	N.	J.	m	I		III		X		Y		Z	
				A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}
1	BC	20	m	-62,0	+57,0	+50,0	- 8,4	-152,0	+142,0	+33,0	+15,0	+64,0	+18,0
2	SL	29	w	- 4,6	-10,0	+ 5,6	+ 1,6	- 9,0	+24,0	+ 8,4	+ 2,4	+48,4	+ 3,6
3	AA	35	w	-12,6	+11,0	+57,4	-24,0	- 1,0	+31,0	+59,2	-29,4	- 1,0	-14,0
4	BI	18	w	+ 3,0	+ 8,0	+32,0	+ 4,6	+20,0	+25,6	+41,0	+ 6,0	-40,0	+31,0
5	KA	18	w	-12,0	+ 9,0	+10,4	+ 2,0	+18,4	+48,0	+14,4	+ 8,6	+ 4,0	+32,0
6	PK	42	w	- 6,4	+26,0	+20,4	-11,6	- 6,0	+47,0	+30,0	-10,4	+ 2,0	+ 2,6
7	HA	19	m	-13,6	+43,4	+ 7,8	+ 1,8	- 8,0	+84,0	+ 9,0	+55,0	+ 6,0	+36,0
8	SH	57	m	- 6,0	+ 1,0	+ 5,0	+ 9,0	-14,6	+17,0	+ 9,6	+22,0	- 3,0	- 5,0
9	PV	16	w	- 5,6	+13,4	+23,4	+ 8,8	+ 2,0	+20,0	+37,4	+21,0	+29,6	+ 9,0
10	PM	16	m	-20,4	+10,8	+19,8	+33,4	-11,6	+22,2	+22,0	+49,0	+38,6	+12,0
11	SR	21	m	+12,0	+ 0,4	+ 1,0	+ 2,8	+10,4	+ 1,8	+19,0	- 0,6	+64,4	-33,0
12	PJ	41	m	-14,4	+12,0	+18,0	-11,0	- 3,0	+17,6	+17,4	- 6,6	+16,4	-25,0
13	GA	33	w	0,0	+ 4,0	+20,4	- 3,0	+ 4,6	+20,0	+24,8	- 5,4	+16,4	- 9,6
14	SR	63	w	+ 3,4	+16,0	+ 1,4	+10,6	+24,0	+29,0	+10,0	+ 4,0	- 7,0	+ 1,0
15	GJ	54	w	- 2,4	+ 5,0	+ 3,6	-12,0	+ 3,6	+17,0	+12,0	- 7,0	- 1,6	+ 8,0
16	LE	35	w	+ 6,0	- 2,6	+ 7,0	+ 0,4	+ 8,0	-16,0	+12,0	- 8,0	+11,0	-25,0
17	SU	19	w	- 4,4	+12,0	+10,6	+ 1,0	+ 5,0	+29,0	+20,0	+11,0	-14,0	- 4,0
18	ZG	41	m	+ 8,0	+24,0	+ 1,0	- 1,6	- 8,0	-16,6	+13,4	+35,6	+21,0	+29,0
19	MG	26	m	- 5,2	+16,6	+11,0	+ 2,0	- 5,2	+33,0	+22,0	+12,0	+ 9,0	+71,0
20	CM	55	w	+ 4,4	+ 2,0	+ 7,0	+10,0	-16,6	+ 2,0	- 1,0	+12,0	-48,0	+54,0
21	GG	58	m	- 1,4	+15,0	+ 2,4	- 4,0	- 2,4	+26,6	- 1,0	- 1,6	-13,0	+ 9,6
22	PM	75	w	- 5,6	+10,0	+19,0	-27,4	-16,0	+33,0	+20,4	-28,4	-39,0	+18,6

Tab. 5

FLÄCHEN VON QRS UND ST-T IN μVsec
(Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	m	I		III		X		Y		Z	
				A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}	A _{QRS}	A _{ST-T}
23	SK	38	m	- 7,6	+ 18,0	+ 9,4	+ 4,0	- 3,4	+ 42,0	+ 10,4	+ 30,0	- 20,0	+ 23,0
24	DJ	63	m	+ 1,0	+ 4,0	+ 3,0	- 4,4	+ 6,4	+ 2,0	+ 3,6	- 1,0	- 13,0	+ 5,0
25	DA	53	m	+ 3,4	+ 15,0	+ 1,4	+ 5,6	+ 12,4	+ 49,0	+ 8,0	+ 18,0	+ 20,0	+ 55,0
26	WI	25	w	+ 2,4	+ 16,0	+ 10,0	- 12,0	+ 14,8	+ 35,0	+ 17,4	- 2,0	+ 4,0	- 5,0
27	TT	15	m	+ 0,6	+ 5,0	+ 15,0	+ 6,0	+ 15,0	+ 20,0	+ 31,4	+ 8,0	- 5,0	+ 33,0
28	WW	19	m	- 7,0	+ 20,0	+ 11,8	+ 34,6	- 7,6	+ 26,4	+ 8,6	+ 43,0	- 30,4	+ 120,0
29	HB	27	w	+ 32,0	+ 4,6	- 28,0	+ 7,0	+ 45,6	+ 3,0	- 8,4	+ 4,0	0,0	- 0,4
30	RK	34	w	- 2,0	- 21,0	+ 33,4	- 7,4	+ 28,0	- 17,0	+ 33,0	- 2,0	- 53,0	+ 10,0
31	ZJ	51	w	+ 9,4	- 5,0	- 17,0	+ 21,0	+ 11,0	- 20,4	- 8,4	+ 24,0	- 25,0	+ 4,4
32	LG	36	m	+ 3,0	+ 15,0	+ 2,0	- 24,0	+ 20,4	+ 21,0	+ 4,0	- 15,4	- 24,6	- 30,6
33	ZE	52	w	+ 1,4	+ 0,8	+ 13,4	- 5,0	+ 10,4	- 1,6	+ 16,8	- 7,6	+ 4,0	- 1,6
34	SE	48	w	+ 6,0	+ 17,0	+ 12,0	+ 4,0	+ 13,0	+ 57,0	+ 27,0	+ 36,0	+ 16,0	+ 76,0
35	MA	36	w	+ 10,4	+ 8,0	- 3,0	- 0,4	+ 17,4	+ 0,6	+ 20,6	+ 15,0	+ 22,4	+ 15,0
36	PE	31	w	- 3,0	+ 21,4	+ 13,4	+ 1,4	+ 2,0	+ 30,6	+ 11,8	+ 3,4	- 6,0	+ 2,0
37	ER	25	m	+ 16,4	+ 14,3	+ 13,8	+ 6,0	+ 57,4	+ 32,0	+ 34,0	+ 30,0	+ 25,0	+ 58,0
38	RE	48	w	+ 8,6	+ 2,4	+ 5,0	- 1,0	+ 29,0	- 1,2	+ 10,0	- 2,4	+ 18,4	- 1,2
3a	AA	35	w	- 3,0	+ 10,6	+ 28,0	- 13,6	+ 1,0	+ 26,0	+ 40,0	+ 2,8	- 4,0	- 44,0
3b	AA	37	w	- 2,4	+ 22,6	+ 30,0	- 6,4	-	-	-	-	-	-
7a	HA	19	m	- 6,0	+ 37,0	+ 8,4	+ 0,6	+ 1,0	+ 94,0	+ 10,4	+ 19,4	+ 1,0	+ 23,0
7b	HA	19	m	+ 1,4	+ 13,0	+ 10,0	- 2,4	+ 5,0	+ 29,0	+ 10,8	+ 0,4	- 3,0	- 5,0
11a	SR	23	m	+ 21,6	+ 40,0	+ 1,2	- 2,0	+ 35,4	+ 53,0	+ 24,4	+ 9,0	+ 46,4	+ 15,0
16a	IE	35	w	+ 8,0	+ 1,0	+ 5,0	+ 1,0	+ 10,0	+ 1,6	+ 2,4	+ 1,0	+ 11,0	- 10,0

Tab. 5

Pfischenvektoren von QRS, ST-T und der Ventrikelgradient ($\hat{G}$) in $\mu Vsec$ mit dem zugehörigen Winkel α konstruiert aus den Ableitungen I/III nach EINTHOVEN und X/Y nach McPÉE.

		Einthoven (I/III)				McPee (X/Y)									
Nr.	N.	J.	m	$\hat{QRS}_J$		$\hat{ST-T}_J$		$\hat{G}_J$		$\hat{QRS}_P$		$\hat{ST-T}_P$		$\hat{G}_P$	
				$\mu Vsec$	α°	$\mu Vsec$	α°	$\mu Vsec$	α°	$\mu Vsec$	α°	$\mu Vsec$	α°	$\mu Vsec$	α°
1	BC	20	m	65,0	+160	62,4	+25	45,4	+98	155,0	+167	143,0	+7	50,0	+103,3
2	SL	29	w	6,0	+140	10,9	-157	14,6	-179	12,3	+137	24,1	+6	17,3	+30
3	AA	35	w	59,7	+103	23,9	-63	38,0	+93,5	60,0	+92	43,0	-44	42,0	+44,5
4	BI	18	w	38,0	+86	12,5	+51	52,4	+78,5	46,0	+63,5	26,2	+13	65,0	+45,5
5	KA	18	w	13,0	+157	11,3	+41	16,2	+79	23,3	+38	24,2	+8	23,4	+19,5
6	PK	42	w	20,4	+107	26,2	+6	29,1	+47,5	30,6	+101,5	24,0	-13	22,2	+25
7	HA	19	m	8,2	+141	50,2	+30,5	40,0	+42	12,1	+132	104,0	+33	97,2	+40
8	SH	57	m	6,4	+159	10,8	+85	14,2	+111	17,2	+147	26,5	+50	15,8	+95
9	PV	16	w	24,8	+105	21,8	+53	42,4	+79	36,4	+86	28,2	+45,5	62,4	+68,5
10	PM	16	m	23,2	+150	46,4	+75	27,2	+111	25,0	+118	53,6	+65	71,6	+81
11	SR	21	m	14,6	+34	3,5	+82	16,8	+42,5	21,5	+61	1,8	-21	22,0	+51
12	PJ	41	m	19,2	+139	13,4	-26	7,0	+110	17,7	+100	18,8	-20	18,1	+36
13	GA	33	w	20,4	+120	4,1	-16	22,8	+80	25,2	+79	20,8	-15	31,3	+38
14	SR	63	w	5,0	+48	26,1	+53	31,8	+52	26,0	+23	29,3	+8	54,8	+14
15	GJ	54	w	3,7	+133,5	12,2	-40	8,5	-72,5	12,5	+73	18,5	-22,5	21,2	+13,5
16	LE	35	w	7,6	+38	2,7	-157	7,4	+63	14,1	+56	17,8	-154	9,0	+154
17	SU	19	w	10,7	+445	14,0	+34	22,0	+69	21,5	+76	31,0	+21	46,0	+42
18	ZG	41	m	9,3	+35	13,1	+25	35,8	+28	15,6	+121	39,4	+115	54,8	+117
19	MG	26	m	11,0	+118	17,9	+27,5	24,0	+61,5	22,6	+104	35,2	+20	44,0	+50
20	CM	55	w	11,4	+67	12,6	+80,5	24,8	+74	16,6	-176	12,2	+80,5	18,3	+143
21	GG	58	m	2,4	+130	15,3	+13	14,2	+22	2,6	-154	26,6	-3,5	24,4	-6,5
22	PM	75	w	19,3	+107	13,8	-69	8,4	-60	25,9	+128,5	21,8	-40,5	18,8	-25

Tab. 6

Flächenvektoren von QRS, ST-T und der Ventrikelgradient ($\hat{G}$) in μVsec mit dem zugehörigen Winkel α konstruiert aus den Ableitungen I/III nach EINTHOVEN und X/Y nach McPEE (Fortsetzung).

Nr.	N.	J.	W	Einthoven (I/III)						McPee (X/Y)					
				$\hat{QRS}_J$		$\hat{ST-T}_J$		$\hat{G}_J$		$\hat{QRS}_P$		$\hat{ST-T}_P$		$\hat{G}_P$	
				μVsec	α°	μVsec	α°	μVsec	α°	μVsec	α°	μVsec	α°	μVsec	α°
23	SK	38	M	10,0	+138	23,0	+39,5	24,0	+64	11,0	+109	51,4	+35,5	55,0	+47
24	DJ	63	M	4,2	+76	4,4	-35	5,1	+13	8,0	+31	2,2	-28	8,6	+19
25	DA	53	M	4,9	+47,5	21,2	+45	26,4	+46	14,6	+33	52,5	+21	64,1	+23
26	WI	25	W	13,0	+79	16,2	-17	21,0	+25	22,8	+50	35,0	-4	53,6	+17
27	TT	15	M	17,6	+87,5	11,2	+63	27,9	+79	34,8	+64	21,5	+22	52,8	+48
28	WW	19	M	11,8	+126,5	54,6	+69	61,6	+78	11,6	+131	50,0	+59	55,6	+69
29	HB	27	W	35,0	-25	11,5	+66	36,8	-5	46,4	-10,5	5,0	+53	48,8	-5,5
30	RK	34	W	37,4	+93	29,7	-135	28,4	+143	43,2	+49	17,2	-173	33,0	+70
31	ZJ	51	W	17,0	-55	22,1	+102	8,5	+59,5	13,8	-37,5	31,5	+131	19,0	+120
32	LG	36	M	5,1	+54	24,3	-51	23,7	-40	20,7	+12	26,1	-36	22,0	-20
33	ZE	52	W	16,4	+84,5	5,4	-81	10,9	+79	19,1	+58	7,8	-103	25,4	+46,5
34	SE	48	W	18,5	+71	22,0	+40	38,8	+55	30,0	+64	67,2	+35	94,0	+42
35	MA	36	W	10,3	+15,5	9,0	+27	19,5	+20	27,0	+50	15,0	+87	19,9	+62,5
36	PE	31	W	14,1	+103,5	25,6	+34	30,6	+58	12,0	+80,5	15,6	+7	18,2	+27
37	ER	25	M	30,0	+57	21,0	+47,5	51,2	+53	66,6	+30	44,0	+43	110,0	+35
38	RE	48	W	13,9	+51	2,5	+7,5	15,3	+44	30,7	+19	2,7	-120	28,8	+15
3a	AA	35	W	30,8	+96	14,4	-41,5	22,0	+70	40,0	+86,5	26,2	+6,5	50,2	+57,5
3b	AA	37	W	32,4	+95	23,1	+13	43,4	+63	-	-	-	-	-	-
7a	HA	19	M	8,6	+135	42,5	+31	42,4	+43,5	10,4	+85	96,3	+12,5	100,8	+18
7b	HA	19	M	12,5	+83	13,7	+19	22,3	+50	11,9	+65,5	29,0	+2	35,6	+18,5
11a	SR	23	M	25,5	+33	45,8	+30	35,4	+31,5	43,0	+35	53,4	+10	94,0	+20
16a	LE	35	W	8,0	+8	1,9	+58	9,2	+11	10,2	+14	1,9	+35	12,1	+17

Tab. 6

Räumliche Vektoren in μVsec und die zugehörigen Winkel α , β und γ .

Nr.	N.	J.	m	$\widehat{QRS_K}$				$\widehat{ST-T_K}$				$\widehat{G_K}$			
				μVsec	α°	β°	γ°	μVsec	α°	β°	γ°	μVsec	α°	β°	γ°
1	BC	20	■	168,2	+167	+157	+27	143,9	+7	+7	+39	95,5	+103	-97	+30
2	SL	29	▼	49,9	+137	+101	+9	24,4	+6	+9	+33,5	55,2	+30	+74	+12
3	AA	35	▼	59,2	+92	-136,5	+91	44,9	-44	-25	-117	44,9	+44,5	-27,5	+118
4	BI	38	▼	60,7	+63,5	-63	+135	40,6	+13	+50	+11	66,1	+45,5	-11	+101
5	KA	18	▼	23,7	+38	+12	+74	58,3	+8	+33,5	+15	78,9	+19,5	+28	+33
6	PK	42	▼	30,7	+101,5	+161	+85,5	48,2	-13	+3	-76	45,7	+25	+6	+81
7	HA	19	■	13,5	+132	+143,5	+55	106,7	+33	+23	+57	105,0	+40	+29	+56,5
8	SH	57	■	17,7	+147	-168	+107	28,2	+50	-16,5	+103	32,7	+95	-73,5	+105
9	PV	16	▼	47,7	+86	+86	+51	30,4	+45,5	+24	+66,5	73,4	+68,5	+60	+56
10	PM	16	■	45,9	+118	+107	+29,5	55,1	+65	+28,5	+76	87,8	+81	+78,5	+54
11	SR	21	■	67,9	+61	+80,5	+16	33,0	-21	-87	-178	38,3	+51	+69	+30
12	PJ	41	■	24,0	+100	+101	+47	31,3	-20	-55,5	-165	20,0	+36	-31	+129
13	GA	33	▼	30,0	+79	+74	+57,5	22,8	-15	-24	-150	32,0	+38	+16,5	+69
14	SR	63	▼	26,9	+23	-17	+125	29,3	+8	+2,5	+76	55,1	+14	-7	+114
15	GJ	54	▼	12,6	+73	-24,5	+97	20,0	-22,5	+25,5	-41	22,1	+13,5	+17	+38
16	LE	35	▼	18,1	+56	+53,5	+46	30,7	-154	-123	-162	16,6	+154	-120	+164
17	SU	19	▼	23,9	+76	-74	+125	31,3	+21	-8	+110	50,4	+42	-28	+120
18	ZG	41	■	26,2	+121	+112	+31,5	48,8	+115	+120	+51	74,2	+117	+117	+44
19	MG	26	■	24,3	+104	+120	+67	79,2	+20	+65	+9	91,3	+50	+71	+23
20	CM	55	▼	50,8	-176	-109	-178	55,4	+80,5	+2	+12	19,2	+143	+159	+61
21	GG	58	■	13,3	-154	-100	-175	28,3	-3,5	+19	-10	24,6	-6,5	-8,5	+143
22	PM	75	▼	46,8	+128,5	-112,5	+153	47,3	-40,5	+30	-124	27,7	-25	-55	-159

Räumliche Vektoren in μVsec und die zugehörigen Winkel α , β und γ .
(Porteetzung)

Nr.	N.	J.	$\widehat{\text{QRS}}_K$				$\widehat{\text{ST-T}}_K$				$\widehat{\text{G}}_K$			
			μVsec	α°	β°	γ°	μVsec	α°	β°	γ°	μVsec	α°	β°	γ°
23	SK	38	22,8	+109	- 98	+153	56,5	+ 35,5	+ 28,5	+ 52	56,0	+ 47	- 51,5	+ 85
24	DJ	63	14,9	+ 31	- 64	+165	5,5	- 28	+ 67	- 12	11,9	+ 19	- 44	+162
25	DA	53	24,9	+ 33	+ 57,5	+ 21,5	75,8	+ 21	+ 47,5	+ 18	75,3	+ 23	+ 50	+ 19
26	WI	25	23,2	+ 50	+ 14,5	+ 76,5	35,4	- 4	- 9	-158	52,1	+ 17	- 1,5	+ 93,5
27	TT	15	35,2	+ 64	- 19	+100	39,4	+ 22	+ 59	+ 13	59,7	+ 48	+ 38,5	+ 36
28	WW	19	32,5	+131	-104	+164,5	130,2	+ 59	+ 77	+ 20	105,0	+ 69	+ 78	+ 29,5
29	HB	27	46,4	- 10,5	$\pm$ 0	- 90	5,0	+ 53	- 7,5	+ 96	48,8	- 5,5	- 0,5	+ 96
30	RK	34	68,4	+ 49	- 62	+148	19,8	-173	+158	- 13	54,1	+ 70	- 76	+144
31	ZJ	51	28,6	- 37,5	- 66,5	-160,5	31,8	+131	+168	+ 77	27,5	+120	-115	+143
32	LG	36	32,2	+ 12	- 50,5	+171,5	40,2	- 36	- 56	-152,5	69,9	- 20	- 51,5	-169
33	ZE	52	23,1	+ 58	+ 21	+ 77	7,9	-103	-134,5	-102	16,4	+ 46,5	+ 45	+ 75
34	SE	48	34,0	+ 64	+ 51	+ 60	101,6	+ 35	+ 53	+ 25	131,7	+ 42	+ 53	+ 34
35	MA	36	35,0	+ 50	+ 51,5	+ 47	21,2	+ 87	+ 87,5	+ 36	54,7	+ 62,5	+ 65	+ 43
36	PE	31	13,4	+ 80,5	- 72	+117	30,9	+ 7	+ 3,5	+ 59,5	36,2	+ 27	- 8	+105
37	ER	25	71,4	+ 30	+ 23,5	+ 54	72,7	+ 43	+ 61	+ 27	137,8	+ 35	+ 43	+ 37
38	RE	48	35,8	+ 19	+ 32	+ 29	2,9	-120	-135	-117,5	33,6	+ 15	+ 31	+ 23,5
3a	AA	35	40,2	+ 86,5	- 76	+ 96,5	51,2	+ 6,5	- 60	+176,5	69,7	+ 57,5	- 61	+138
3b	AA	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7a	HA	19	10,5	+ 85	+ 46,5	+ 84	98,7	+ 12,5	+ 14	+ 40	102,4	+ 18	+ 14	+ 51
7b	HA	19	12,3	+ 65,5	- 31	+106	29,4	+ 2	- 11	+175,5	36,7	+ 18,5	- 14	+126
11a	SR	23	63,3	+ 35	+ 52,5	+ 27,5	55,8	+ 10	+ 16	+ 31	112,7	+ 20	+ 34,5	+ 28
16a	LE	35	15,0	+ 14	+ 47	+ 12	10,2	+ 35	- 81	+174	12,1	+ 17	- 6,5	+ 74

R-Zacke in mV und das Verhältnis der R- zur S-Zacke in den Ableitungen V₁, V₂, V₅, X, Y und Z.

Nr.	N.	J.	m w	V ₁		V ₂		V ₅		X		Y		Z	
				R	R/S	R	R/S	R	R/S	R	R/S	R	R/S	R	R/S
1	BC	20	m	3,50	11,6	2,60	1,3	2,30	0,6	1,70	0,5	1,50	1,5/0	2,50	4,2
2	SL	29	w	1,10	1,1/0	1,78	8,9	0,78	0,7	1,10	1,1	0,55	2,7	1,20	1,1
3	AA	35	w	1,10	1,1/0	2,35	0,8	1,65	3,3	0,85	0,9	3,30	3,3/0	1,70	1,0
4	BI	18	w	1,70	21,2	1,60	1,6	2,20	0,8	1,40	1,7	2,90	19,3	1,90	0,6
5	KA	18	w	1,40	9,3	1,30	0,4	1,50	1,5	0,90	0,1	1,40	4,0	0,90	1,2
6	PK	42	w	0,60	4,0	1,15	1,9	1,00	1,4	1,10	1,3	0,95	0,95/0	0,30	0,8
7	HA	19	m	0,85	0,85/0	1,30	1,1	3,00	2,5	1,20	1,3	0,50	1,2	0,70	1,4
8	SH	57	m	0,80	4,0	1,15	1,5	1,50	2,1	1,25	0,8	1,00	3,3	0,80	0,8
9	PV	16	w	2,10	8,4	2,40	2,0	2,15	1,5	1,50	1,0	2,50	16,6	2,00	1,8
10	PM	16	m	3,20	3,2/0	3,90	2,2	1,90	1,9	1,05	1,0	1,60	2,2	3,20	4,0
11	SR	21	m	2,10	2,6	2,10	10,5	4,80	6,0	3,00	3,3	1,25	15,6	1,35	5,4
12	PJ	41	m	0,90	1,5	0,65	1,8	1,60	2,6	1,50	2,3	1,00	5,0	1,00	6,6
13	GA	33	w	0,65	0,65/0	1,65	2,7	1,10	2,2	0,75	1,2	2,30	4,8	1,15	16,4
14	SR	63	w	0,40	0,40/0	0,10	1,0	1,60	1,7	0,80	1,4	0,40	0,40/0	0,30	0,6
15	GJ	54	w	0,50	1,2	0,20	0,3	1,50	2,1	1,35	1,6	0,60	3,3	0,40	0,6
16	LE	35	w	0,70	2,3	1,00	3,3	1,30	2,6	1,15	2,3	0,75	3,7	0,80	2,0
17	SU	19	w	0,45	0,45/0	0,75	0,4	1,00	1,5	0,75	1,1	1,45	7,2	0,55	0,5
18	ZG	41	m	1,00	2,5	0,70	1,4	2,90	3,2	0,20	2,0	0,50	1,0	0,60	12,0
19	MG	26	m	0,70	1,7	0,85	0,4	0,90	1,8	0,70	0,8	1,20	15,0	1,20	1,3
20	CM	55	w	0,65	0,2	1,10	0,5	0,40	0,2	0,80	0,6	0,10	0,2	1,10	0,6/0
21	GG	58	m	0,20	1,0	0,50	0,4	0,85	1,2	0,50	1,2	0,40	1,0	0,30	0,3
22	PM	75	w	0,20	0,4	0,35	0,2	0,40	0,3	0,30	0,2	1,62	4,0	0,30	0,2

R-Zacke in mV und das Verhältnis der R- zur S-Zacke in den Ableitungen V₁, V₂, V₅, X, Y und Z.
(Fortsetzung)

Nr.	N.	J.	m	V ₁		V ₂		V ₅		X		Y		Z	
				R	R/S	R	R/S	R	R/S	R	R/S	R	R/S	R	R/S
23	SK	38	m	0,60	1,2	0,35	0,8	2,70	1,9	1,50	2,0	0,50	2,5	0,10	0,2
24	DJ	63	m	0,40	0,8	0,80	0,6	1,05	1,3	0,90	1,8	0,75	3,7	0,60	0,6
25	DA	53	m	0,20	4,0	0,75	3,0	1,20	6,0	0,80	16,0	0,70	2,3	1,20	2,4
26	WI	25	w	0,30	0,7	0,40	0,3	1,70	4,2	1,00	2,5	1,05	21,0	0,30	0,9
27	TT	15	m	1,10	1,3	1,70	0,7	1,75	5,8	0,90	4,5	1,70	17,0	1,10	1,3
28	WW	19	m	0,40	0,7	0,70	0,2	1,00	2,9	0,55	1,0	1,00	6,7	0,55	0,4
29	HB	27	w	0,70	0,6	0,60	1,2	1,10	11,0	2,00	5,0	0,70	0,6	0,75	0,6
30	RK	34	w	0,20	0,3	0,30	0,2	1,40	4,6	1,25	4,2	1,55	1,55/0	0,20	0,2
31	ZJ	51	w	0,20	0,6	0,35	0,4	1,80	2,6	1,00	3,3	0,10	0,3	0,50	0,4
32	IG	36	m	0,60	0,9	0,85	0,4	2,20	22,0	1,20	1,2/0	0,80	1,6	0,75	0,7
33	ZE	52	w	0,35	1,4	1,30	1,2	1,65	3,3	1,15	2,9	1,15	5,7	1,40	1,3
34	SE	48	w	0,40	5,0	0,78	2,4	1,90	5,4	1,33	2,7	0,9	4,5	0,65	2,9
35	MA	36	w	0,65	1,4	1,00	1,2	2,60	2,6/0	1,05	13,0	1,6	1,6/0	1,20	3,4
36	PE	31	w	0,30	1,0	0,20	0,4	0,90	1,8	1,05	1,5	0,65	8,1	0,45	1,1
37	ER	25	m	0,60	0,3	0,90	0,3	2,90	2,9/0	2,40	10,4	2,10	7,0	0,75	5,0
38	RE	48	w	0,50	0,9	1,25	1,1	3,05	3,05/0	1,70	1,7/0	0,70	3,5	1,35	5,4
3a	AA	35	w	0,90	0,9/0	1,35	3,0	1,40	1,4	0,70	1,0	2,30	2,3/0	1,15	1,0
3b	AA	37	w	0,35	1,7	0,80	0,6	2,35	5,9	-	-	-	-	-	-
7a	HA	19	m	0,65	2,6	0,30	0,5	2,20	3,4	1,65	1,8	0,60	3,0	0,40	1,0
7b	HA	19	m	0,70	2,0	0,20	0,4	1,75	3,2	1,55	1,9	0,70	4,7	0,20	0,4
11a	SR	23	m	2,30	2,4	2,30	19,1	4,20	16,8	2,80	5,6	1,10	1,1/0	1,10	1,6
16a	LE	35	w	0,55	1,8	0,85	4,2	1,90	3,4	1,15	2,6	0,60	1,7	1,20	2,9

VIII. Literaturverzeichnis:

- A b e l , H.: Die Flächenvektoren im Raum bei Rechtsüberlastungen.
Z. Kreislaufforsch. 50: 105 (1961)
- A b e l , H.: Das orthogonale Elektrokardiogramm.
Arch. Kreislaufforsch. 37: 168 (1962)
- A b e l , H. und E. I m m e l : Die Flächenvektoren drei verschiedener orthogonaler Ableitungssysteme bei Rechtsüberlastung des Herzens.
Z. Kreislaufforsch. 52: 457 (1963)
- A b e l , H. und F. H e r t l e : Vergleichende vektorkardiographische Untersuchungen bei Rechts- und Linksüberlastungen des Herzens mit drei orthogonalen Ableitungssystemen.
Z. Kreislaufforsch. 53: 300 (1964)
- A b i l d s k o v , J.A. and R.S. W i l k i n s o n , Jr.: The relation of precordial and orthogonal leads.
Circulation 27: 58 (1963)
- B i l g e r , R., J. S a n d e r , H. R e i n d e l l und H. K l e p z i g : Die vektorkardiographischen Befunde bei der krankhaften Belastung des rechten Herzens.
Arch. Kreislaufforsch. 27: 117 (1957)

B u r g e r, H.C., J.B. v a n M i l a a n and
W. K l i p: Comparison of two systems of vector-
cardiography with an electrode to the
frontal and dorsal sides of the trunk,
respectively.
Am.Heart J. 51: 26 (1956)

B u r g e r, H.C. and J.P. V a a n e: A criterion
characterizing the orientation of a
vectorcardiogram in space.
Am.Heart J. 56: 29 (1958)

B u r g e r, H.C., J.B. v a n M i l a a n and
W. K l i p: Comparition of three different
systems of vectorcardiography.
Am.Heart J. 57: 723 (1959)

B u r g e r, H.C., A.G.W. v a n B r u m m e l e n
and G. v a n H e r p e n: Compromise in vector-
cardiography displacement of
electrodes as a means of adapting
one lead system to another.
Am.Heart J. 62: 398 (1961)

C a b r é r a, E.: Electrocardiographie clinique;
théorie et pratique.
Masson, Paris 1959

D o w e r, G.E. and J.A. O s b o r n e: A clinical
comparison of three vcg lead systems
using resistance-combining networks.
Am.Heart J. 55: 523 (1958)

- Draper, H.W., C.J. Peffer, F.W. Stallmann, Sc.D. Littmann and H.V. Pipberger: The corrected orthogonal electrocardiogram and vectorcardiogram in 510 normal men.
Circulation 30: 853 (1964)
- Effer, S., R. Ripper, und W. Schaub: Elektrokardiogramm und Phonokardiogramm bei Vorhofseptumdefekt.
Arch.Kreislaufforschg. 27: 171 (1957)
- Frank, E.: General theory of heart-vector projection.
Circulation Res. 2: 258 (1954)
- Frank, E.: A direct experimental study of three systems of spatial vectorcardiography.
Circulation 10: 101 (1954)
- Frank, E.: An accurate, clinically practical system for spatial vectorcardiography.
Circulation 13: 737 (1956)
- Frank, E. and G.E. Seiden: Comparison of limb and precordial vectorcardiographic systems.
Circulation 14: 83 (1956)
- Halhuber, M.J. und R. Günther: Praktischer EKG-Kurs.
3. Auflage, München 1966
- Heilm, R.M.: An accurate lead system for spatial vectorcardiography.
Am.Heart J. 53: 415 (1957)

Hilmer, W., A. Moll und F. Northoff:
Die Hypertrophie des venösen Ventri-
kels bei Dextrokardien.
Arch.Kreislaufforsch. 25: 275 (1957)

Holzmann, M.: Klinische Elektrokardiographie.
5.Auflage, Stuttgart 1965

Kaindl, F., K. Polzer und F. Schuh-
fried: Vergleichende Überprüfung der ge-
bräuchlichen vektorkardiographischen
Ableitungsmethoden im Tierversuch.
Wien.Z.inn.Med. 33: 95 (1952)
Wien.Z.inn.Med. 34: 319 (1953)

Karobath, H. und R. Wenger:
Vergleichende Untersuchungen zur
vektorkardiographischen Ableitungs-
methodik.
Z.Kreislaufforsch. 56: 341 (1967)

Köhler, J.A., T.J. Tsagaris and
H.H. Hecht: A practical application of an ortho-
gonal lead system for clinical
electrocardiography.
Clinical Res. 10: 175 (1962)

Köhler, J.A.: Die synchrone und isotope, intra-
kardiale Registrierung mechanischer,
akustischer, elektrischer und chemi-
scher Phänomene als neue kardiologisch-
diagnostische Methode.
Arch.Kreislaufforsch. 55: 40 (1968)

- K o r t h, C.: Klinische Elektrokardiographie.
6. Auflage
München-Berlin-Wien 1957
- K o r t h, C. und J. S c h m i d t:
Herzhypertrophie und Elektro-
kardiogramm.
Münch.med.Wschr. 101: 653 (1959)
- L a n g n e r, P.H., Jr., R.H. O k a d a,
S.R. M o o r e and H.L. F i e s:
Comparison of four orthogonal
systems of vectorcardiography.
Circulation 17: 46 (1958)
- L e m m e r z, A.H.: Korrigierte orthogonale
Ableitungen in der klinischen
Elektrokardiographie.
Med.Klin. 61: 334 (1966)
- L e p e s c h k i n, E.: Praktisches Hilfsbuch
zur systematischen Analyse des
Elektrokardiogramms.
Stuttgart 1947
- L e p e s c h k i n, E.: Das Elektrokardiogramm.
3. Auflage
Dresden-Leipzig 1957
- L i b r e t t i, A. and A. Z a n c h e t t i:
Spatial patterns of ventricular
repolarization in arterial hyper-
tension.
Am.Heart J. 59: 40 (1960)
- L u t t e r o t t i, v.M.: Die Überlastung des rech-
ten Herzens im Elektrokardiogramm.
Dtsch.med.Wschr. 78: 30 (1953)

M c F e e, R. and F.D. J o h n s t o n:
Electrocardiographic leads
I. Introduction.
Circulation 8: 554 (1953)

M c F e e, R. and F.D. J o h n s t o n:
Electrocardiographic leads
II. Analysis.
Circulation 9: 255 (1954)

M c F e e, R. and F.D. J o h n s t o n:
Electrocardiographic leads
III. Synthesis.
Circulation 9: 868 (1954)

M c F e e, R. and A. P a r u n g a o:
An orthogonal lead system for
clinical electrocardiography.
Am.Heart J. 62: 93 (1961)

P a w l o v, Z.: Ein neues orthogonales vektor-
kardiographisches System.
Studien über das vektorkardiogra-
phische Dreiflächensystem nach
Akulinitstschew.
Z.Kreislaufforschg. 56: 885 (1967)

P i p b e r g e r, H.V.: Die Bedeutung der ortho-
gonalen Elektrokardiographie und
Vektorkardiographie für die klini-
sche Kardiologie.
Arch.Kreislaufforschg. 29: 58 (1958)

- P i p b e r g e r , H.V.: The normal orthogonal electrocardiogram and vectorcardiogram.
Circulation 17: 1102 (1958)
- P i p b e r g e r , H.V. and L.S. L i l l i e n f i e l d :
Application of corrected electrocardiographic lead systems in man.
Am.J.Med. 25: 539 (1958)
- P i p b e r g e r , H.V., St.M. B i a l e k ,
J.K. P e r l o f f and H.W. S c h n a p e r :
Correlation of clinical information in the standard 12-lead ECG and in a corrected orthogonal 3-lead ECG.
Am.Heart J. 61: 34 (1961)
- R e i n d e l l , H. and H. K l e p z i g :
Die neuzeitlichen Brustwandableitungen und Extremitätenableitungen in der Praxis.
3. Auflage, Stuttgart 1958
- R i t t e r , O. und V. F a t t o r u s s o :
Atlas der Elektrokardiographie.
3. Auflage, Basel-New York 1965
- S c h ä f e r , H.: Das Elektrokardiogramm.
Berlin 1951
- S c h a u b , A.F.: Grundriß der klinischen Elektrokardiographie.
Documenta Geigy, Basel 1965

S c h m i d t, J.: Hämodynamik und Elektro-
kardiogramm.
München 1961

S c h m i d t, J.: Die Herzhypertrophie im
Elektrokardiogramm.
Teil I
Z.Kreislaufforschg. 52: 623 (1963)

S c h m i d t, J.: Die Herzhypertrophie im
Elektrokardiogramm.
Teil II
Z.Kreislaufforschg. 52: 721 (1963)

S c h m i t t, O.H. and E. S i m o n s o n:
The present status of vectorcardio-
graphy.
Arch.Int.Med. 96: 574 (1955)

S c h m i t t, O.H., R.B. L e v i n e, E. S i m o n -
s o n and J. D a h l: Electrocardiographic mirror
pattern studies.
Part I, II, III.
Am.Heart J. 45: 416 (1953)
45: 500 (1953)
45: 655 (1953)

S c h r ö d e r, R. und H. S ü d h o f:
Praktische EKG-Auswertung.
3. Auflage, Stuttgart 1964

S c h w a r z b a c h, W. und B. R a d e c k:
Die Häufigkeit von elektrokardiogra-
phischen Veränderungen bei chroni-
scher Rechtsinsuffizienz des Herzens.
Z.Kreislaufforschg. 56: 302 (1967)

S i m o n s o n , E. , O. H. S c h m i t t and
H. N a k a g a w a : Quantitative comparison of
eight vectorcardiographic lead
systems.

Circulation Res. 7: 296 (1959)

S o k o l o w , M. and T. P. L y o n :

The ventricular complex in left
ventricular hyperthrophy as obtained
by unipolar precordial and limb leads.
Am. Heart J. 37: 161 (1949)

S o k o l o w , M. and T. P. l y o n :

The ventricular complex in right
ventricular hyperthrophy as obtained
by unipolar precordial and limb leads.
Am. Heart J. 38: 273 (1949)

Lebenslauf

Am 23.12.1934 wurde ich als erstes Kind des Johann Mair und seiner Ehefrau Franziska, geb. Schöpfer, in Oberrasen/Südtirol geboren.

Dort besuchte ich bis zum Zusammenbruch des Faschismus die italienische und anschließend die deutsche Volksschule. Darauf arbeitete ich bis zum 16. Lebensjahr auf dem elterlichen Bauernhof.

Ab Herbst 1950 absolvierte ich im "Vinzentinum" in Brixen Mittelschule, Gymnasium und Lyzeum und bestand am 23.7.1958 in Bozen die Matura.

Die zwei folgenden Semester hörte ich philosophische Vorlesungen im Seminar in Brixen und arbeitete im Anschluß daran in der Berufsberatung des Landesausschusses in Bozen.

Das Medizinstudium begann ich im Wintersemester 1960/61 in Erlangen, bestand dort im November 1963 die ärztliche Vorprüfung und am 10. August 1967 die ärztliche Prüfung. Das Wintersemester 64/65 war ich an der Universität Innsbruck inskribiert, alle übrigen Semester hörte ich an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Seit 1. November 1967 bin ich als Medizinalassistent im Krankenhaus St. Josef, Regensburg, tätig.

Herrn Mair

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogn, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
